



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR

Ingeniería Informática.

Proyecto Fin de Carrera

Desarrollo de un interfaz para dispositivos móviles que controle las aplicaciones domóticas de una vivienda unifamiliar

Autor: Álvaro González Espinar

Director: Prof. Fausto Sainz Salces

Julio 2009

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias a mi tutor, Fausto, por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo tan interesante y por la ayuda que me ha brindado durante todo el periodo de desarrollo del proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCION.....	9
1.1	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO.....	11
1.2	RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE	12
1.3	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.4	CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.....	15
2	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.....	17
2.1	PLANIFICACIÓN	17
2.2	ESTIMACIÓN DE COSTES	20
3	ESTADO DEL ARTE	25
3.1	LA EVOLUCIÓN DE LA DOMÓTICA EN ESPAÑA.....	25
3.1.1	<i>Factores Tecnológicos del Desarrollo</i>	27
3.1.2	<i>Interfaces Tradicionales</i>	28
3.1.3	<i>Interfaces Actuales</i>	29
3.2	LA INTERFAZ DE USUARIO	33
3.2.1	<i>Dispositivos de entrada</i>	34
3.2.1.1	El teclado	35
3.2.1.2	Dispositivos tipo puntero	36
3.2.1.3	Teclado abreviado	36
3.2.1.4	Pantallas táctiles.....	37
3.2.1.5	Entrada por voz.....	38
3.2.1.6	Otros dispositivos de entrada	39
3.2.2	<i>Dispositivos de salida</i>	40
3.2.2.1	Salida visual.....	41
3.2.2.2	Salida sonora.....	42
3.2.3	<i>Paradigmas de interacción</i>	43
3.2.3.1	Navegación por pantallas y uso de menús.....	43
3.2.3.2	Manipulación directa	45
3.3	PROBLEMAS DE DESARROLLO	47
3.3.1	<i>Problemas intrínsecos del usuario</i>	48
3.3.1.1	Pérdida de la vista	48
3.3.1.2	Pérdida del sentido táctil.....	48
3.3.1.3	Pérdida del oído	49
4	ANÁLISIS DE REQUISITOS.....	51
4.1	ANÁLISIS DEL USUARIO	51
4.1.1	<i>Datos de interés</i>	52
4.1.2	<i>Barreras físicas</i>	54
4.2	ANÁLISIS DE TAREAS	54
4.2.1	<i>Gestión del confort</i>	55
4.2.2	<i>Gestión de la energía</i>	56
4.2.3	<i>Gestión de la seguridad</i>	57
4.3	ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE LA INTERFAZ.....	58
4.3.1	<i>El dispositivo móvil de salida</i>	58
4.3.2	<i>Los contenidos y su estética</i>	58
4.3.3	<i>Asociación de contenidos</i>	60
4.4	EL ENTORNO DEL SISTEMA.....	60
4.5	DEFINICIÓN DE LOS REQUISITOS	62
4.5.1	<i>Requisitos funcionales</i>	63
4.5.2	<i>Requisitos de datos</i>	64
4.5.3	<i>Requisitos de entorno</i>	65
4.5.4	<i>Requisitos de usabilidad</i>	65
5	DISEÑO DE LA INTERFAZ DE CONTROL DOMOTICO	67
5.1	SELECTOR DE VIVIENDA	68

5.2	MENÚ PRINCIPAL	69
5.2.1	<i>Gestión de confort</i>	70
5.2.1.1	Gestión de la iluminación	70
5.2.1.2	Gestión de la climatización	71
5.2.1.3	Gestión de las persianas	73
5.2.2	<i>Gestión de la energía</i>	74
5.2.2.1	Gestión del consumo eléctrico	75
5.2.2.2	Gestión de las ventanas abiertas	76
5.2.3	<i>Gestión de la seguridad</i>	77
5.2.3.1	Gestión de los servicios de emergencia	77
5.2.3.2	Gestión de la alarma	78
6	ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO FINAL	80
7	IMPLEMENTACIÓN	84
7.1	PLATAFORMA	84
7.1.1	<i>Problemas en la elección</i>	84
7.1.2	<i>Características de C#</i>	85
7.1.3	<i>Visual Studio .NET</i>	88
7.2	ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN	89
7.2.1	<i>Pantalla de carga</i>	90
7.2.2	<i>El conjunto de pantallas</i>	91
7.2.2.1	Los ficheros .cs	91
7.2.2.2	Los ficheros designer.cs	93
7.2.2.3	Los recursos	94
7.3	APARIENCIA DE LA APLICACIÓN	94
7.3.1	<i>Los planos</i>	94
7.3.2	<i>Los iconos</i>	95
8	PROTOTIPOS DE ALTO NIVEL	96
8.1	PROTOTIPO DE PANTALLA DE CARGA PARA LA APLICACIÓN	96
8.2	PROTOTIPO SECTOR DE VIVIENDA	97
8.3	PROTOTIPO DE PANTALLA DE CARGA DE DATOS DE LA VIVIENDA	98
8.4	PROTOTIPO MENÚ PRINCIPAL	98
8.5	PROTOTIPO GESTIÓN DE CONFORT	99
8.6	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA ILUMINACIÓN	100
8.7	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN	100
8.8	PROTOTIPO GESTIÓN DE LAS PERSIANAS	101
8.9	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA ENERGÍA	102
8.10	PROTOTIPO GESTIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO	102
8.11	PROTOTIPO GESTIÓN DE LAS VENTANAS ABIERTAS	103
8.12	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA SEGURIDAD	104
8.13	PROTOTIPO GESTIÓN DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA	104
8.14	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA ALARMA	105
8.15	PROTOTIPO PANTALLA EMERGENTE AYUDA	106
8.16	PROTOTIPO PANTALLA EMERGENTE DISPOSITIVO SIN COBERTURA	106
9	EVALUACIÓN	107
9.1	DEFINICIÓN DEL OBJETIVO	107
9.2	SELECCIÓN DE LA TÉCNICA	108
9.3	PREPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN	108
9.4	REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN	109
9.5	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	112
9.5.1	<i>Datos de los mecanismos de registro</i>	112
9.5.2	<i>Resultados de los cuestionarios</i>	114
9.6	COMENTARIOS ACERCA DE LA EXPERIENCIA	114
10	COCLUSIONES	115
10.1	RESUMEN DE RESULTADOS	115
10.2	CONSIDERACIONES PERSONALES PARA UN FUTURO: AMPLIACIONES	116
10.2.1	<i>Nuevas funcionalidades</i>	116
10.2.2	<i>Ampliación para acceso a discapacitados</i>	117

10.3	VALORACIÓN PERSONAL	117
11	BIBLIOGRAFÍA	118
12	ANEXO A: PROTOTIPOS DE BAJO NIVEL.....	121
12.1	PROTOTIPO SELECTOR DE VIVIENDA	121
12.2	PROTOTIPO MENÚ PRINCIPAL	122
12.3	PROTOTIPO GESTIÓN DE CONFORT	122
12.4	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA ILUMINACIÓN.....	123
12.5	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN	123
12.6	PROTOTIPO GESTIÓN DE LAS PERSIANAS	124
12.7	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA ENERGÍA	124
12.8	PROTOTIPO GESTIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO	125
12.9	PROTOTIPO GESTIÓN DE LAS VENTANAS ABIERTAS	125
12.10	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA SEGURIDAD	126
12.11	PROTOTIPO GESTIÓN DE LOS SERVICIOS DE EMERGENCIA	126
12.12	PROTOTIPO GESTIÓN DE LA ALARMA.....	127
12.13	PROTOTIPO PANTALLA EMERGENTE AYUDA.....	127
12.14	PROTOTIPO PANTALLA EMERGENTE DISPOSITIVO SIN COBERTURA.....	128

ÍNDICE DE IMAGENES

IMAGEN 1: HOGAR DOMÓTICO.....	10
IMAGEN 2: CICLO DE VIDA DEL PROYECTO	16
IMAGEN 3: COUNTERTOP	29
IMAGEN 4: POCKET PC	29
IMAGEN 5: INTERFAZ WEB.....	30
IMAGEN 6: WEB PAD	30
IMAGEN 7: TELÉFONO MÓVIL.....	31
IMAGEN 8: MANDO A DISTANCIA PROGRAMABLE MULTIMEDIA	31
IMAGEN 9: TELEVISIÓN.....	32
IMAGEN 10: LLAVE DIGITAL.....	32
IMAGEN 11: DISPOSITIVO RECONOCEDOR DE VOZ.....	33
IMAGEN 12: TECLADO.....	35
IMAGEN 13: RATÓN	36
IMAGEN 14: TECLADO ABREVIADO.....	37
IMAGEN 15: PANTALLA TÁCTIL	38
IMAGEN 16: PROTOTIPO DE FOOTY MOUSE.....	40
IMAGEN 17: EQUIPAMIENTO TECNOLÓGICO EN EL HOGAR	53
IMAGEN 18: EQUIPAMIENTO EN EL HOGAR SEGÚN SEGMENTOS	53
IMAGEN 19: ENTORNO DEL SISTEMA	62
IMAGEN 20: CASO DE USO GESTIÓN SELECTOR VIVIENDA	68
IMAGEN 21: CASO DE USO GESTIÓN MENÚ PRINCIPAL.....	69
IMAGEN 22: CASO DE USO GESTIÓN ILUMINACIÓN	71
IMAGEN 23: CASO DE USO GESTIÓN CLIMATIZACIÓN	72
IMAGEN 24: CASO DE USO GESTIÓN PERSIANAS	74
IMAGEN 25: CASO DE USO GESTIÓN CONSUMO ENERGÉTICO	75
IMAGEN 26: CASO DE USO GESTIÓN VENTANAS ABIERTAS.....	76
IMAGEN 27: LLAMADA DE EMERGENCIA.....	78
IMAGEN 28: CASO DE USO GESTIÓN DE LA ALARMA.....	79
IMAGEN 23: HERENCIA CLASES EN OBJECT	90
IMAGEN 29: PATRÓN DE DISEÑO SINGLETON	90
IMAGEN 30: PROTOTIPO ALTO NIVEL CARGA DE LA APLICACIÓN.....	96
IMAGEN 31: PROTOTIPO ALTO NIVEL SELECCIÓN DE VIVIENDA	97
IMAGEN 32: PROTOTIPO ALTO NIVEL CARGA DE DATOS DE LA VIVIENDA	98
IMAGEN 33: PROTOTIPO ALTO NIVEL MENÚ PRINCIPAL.....	99
IMAGEN 34: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN DE CONFORT	99
IMAGEN 35: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN DE ILUMINACIÓN.....	100
IMAGEN 36: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN CLIMATIZACIÓN	101

IMAGEN 37: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN PERSIANAS	101
IMAGEN 38: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN ENERGÍA	102
IMAGEN 39: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN CONSUMO ELÉCTRICO	103
IMAGEN 40: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN VENTANAS ABIERTAS.....	103
IMAGEN 41: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN SEGURIDAD	104
IMAGEN 42: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN EMERGENCIAS.....	105
IMAGEN 43: PROTOTIPO ALTO NIVEL GESTIÓN ALARMA	105
IMAGEN 44: PROTOTIPO ALTO NIVEL PANTALLA EMERGENTE AYUDA	106
IMAGEN 45: PROTOTIPO ALTO NIVEL PANTALLA SIN COBERTURA	106
IMAGEN 46: DATOS MECANISMOS DE REGISTRO.....	112
IMAGEN 47: RESULTADOS CUESTIONARIOS	114
IMAGEN 48: PROTOTIPO BAJO NIVEL PANTALLA SELECTOR DE VIVIENDA.....	121
IMAGEN 49: PROTOTIPO BAJO NIVEL PANTALLA MENÚ PRINCIPAL.....	122
IMAGEN 50: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN DE CONFORT	122
IMAGEN 51: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN ILUMINACIÓN	123
IMAGEN 52: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN CLIMATIZACIÓN.....	123
IMAGEN 53: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN PERSIANAS	124
IMAGEN 54: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN ENERGÍA	124
IMAGEN 55: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN CONSUMO ELÉCTRICO.....	125
IMAGEN 56: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN VENTANAS ABIERTAS	125
IMAGEN 57: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN DE LA SEGURIDAD.....	126
IMAGEN 58: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN EMERGENCIAS	126
IMAGEN 59: PROTOTIPO BAJO NIVEL GESTIÓN DE LA ALARMA.....	127
IMAGEN 60: PROTOTIPO BAJO NIVEL PANTALLA EMERGENTE DE AYUDA	127
IMAGEN 61: PROTOTIPO BAJO NIVEL PANTALLA EMERGENTE COBERTURA..	128

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PLANIFICACIÓN INICIAL	18
TABLA 2: PLANIFICACIÓN REAL	19
TABLA 3: PRESUPUESTO RECURSOS HUMANOS	22
TABLA 4: PRESUPUESTO TOTAL.....	24
TABLA 5: REQUISITOS FUNCIONALES	64
TABLA 6: REQUISITOS DE DATOS.....	65
TABLA 7: REQUISITOS DE ENTORNO	65
TABLA 8: REQUISITOS DE USABILIDAD	66
TABLA 9: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL CARGADOR VIVIENDA.....	68
TABLA 10: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL MENÚ PRINCIPAL	69
TABLA 11: ESPECIFICACIÓN FUNCIONAL ILUMINACIÓN.....	70
TABLA 12: GESTIÓN DE LA CLIMATIZACIÓN.....	72
TABLA 13: GESTIÓN DE LAS PERSIANAS.....	73
TABLA 14: GESTIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO.....	75
TABLA 15: GESTIÓN DE LAS VENTANAS ABIERTAS	76
TABLA 16: GESTIÓN DE LA LLAMADA DE EMERGENCIA.....	77
TABLA 17: GESTIÓN DE LA ALARMA.....	78
TABLA 18: FICHEROS DE LA APLICACIÓN	93

1 INTRODUCCION

En este proyecto se ha realizado el análisis, diseño e implementación de un interfaz para el control domótico de una vivienda para dispositivos móviles. La primera cuestión que se ha planteado a la hora de abordar este proyecto es definir Domótica de una forma concisa.

La palabra “domótica” de origen francés se acuñó en Europa para referirse a la automatización de la vivienda. En EE.UU. se utiliza un término más técnico para definirla como es el de vivienda o casa inteligente, “smart house”. Además de estos vocablos, se emplean otras expresiones para referirnos a este campo como son “home systems”, sistemas domóticos, o “home automation”, automatización del hogar.

En Francia, pioneros en Europa allá por los años 80, adoptaron el término “domotique” que las enciclopedias de la época ya lo definían como “concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión energética, comunicaciones, etc.”. Esta es la unión de dos palabras, “domus” y “automatique”. De una parte “domus” es de origen latino y significa casa. Y, de otra, “automatique” que denota automatización.

Una de las primeras definiciones apareció en el número 228 de la revista “Técnica Industrial” (1994). En ella el ingeniero Manuel C. Rubio la precisó como una “tecnología que permite un mayor confort y seguridad de los habitantes y de los bienes, así como una racionalización en el consumo de energía. Mediante la existencia de agrupaciones automatizadas de equipos, normalmente asociados a funciones, que disponen de la capacidad para comunicarse interactivamente entre ellas a través de un medio físico que las integra”.

CEDOM (Asociación Española de Domótica) [1] aporta la siguiente definición de domótica: “la incorporación al equipamiento de nuestras viviendas de una sencilla tecnología que permite gestionar de forma energéticamente eficiente, segura y confortable para el usuario, los distintos aparatos e

instalaciones domésticas tradicionales que conforman una vivienda, como pueden ser la calefacción, la iluminación, etc. La domótica busca el máximo aprovechamiento tanto de la energía como de la luz solar, adecuando su comportamiento a nuestras necesidades”.

AIDA (Asociación de Inmótica y Domótica Avanzada) [2], define la domótica como “la integración en los servicios e instalaciones residenciales de toda tecnología que permita una gestión energéticamente eficiente, remota, confortable y segura, posibilitando, adicionalmente, una comunicación entre todos ellos”.

De las definiciones anteriores se puede sintetizar que la domótica es la incorporación a los servicios dispuestos en nuestra vivienda de una tecnología que gestione de forma energéticamente eficiente, confortable y segura para los usuarios, las instalaciones y los aparatos domésticos tradicionales que existen en la misma, como la calefacción, iluminación, alarma, etc. (ver Imagen1).

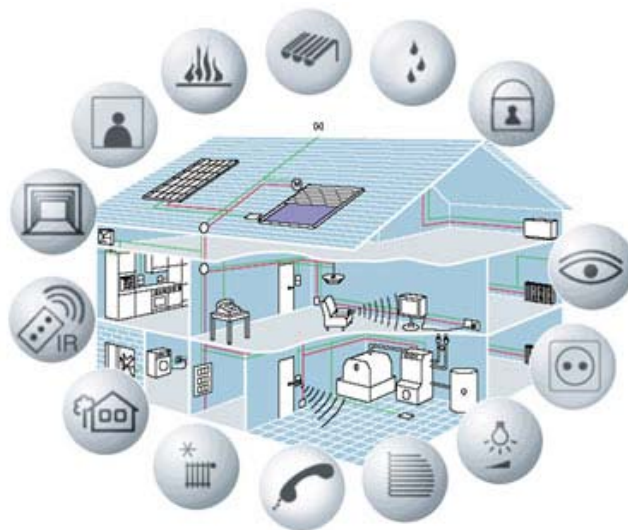


Imagen 1: Hogar domótico

Dos conceptos básicos, conocidos como *affordance*, a la hora de afrontar el diseño de un interfaz son:

1. Compresión intuitiva: propiedad de ser evidente la parte del objeto sobre la que realizamos la acción y como realizarla.

2. Visible: Para interactuar con algo ha de ser visible.

El usuario del sistema que describe este proyecto es el que se sirve de la interfaz para interactuar con el sistema y así llevar a cabo una tarea. Dependiendo de la experiencia del usuario con la interfaz, el sistema puede tener éxito o fallar en la ayuda al usuario a la hora de realizar la tarea. Nuestra interfaz de control domótico de la vivienda va a estar pensada y diseñada para satisfacer a un tipo de usuario muy concreto: las personas de edad avanzada. Esto es debido a que cuando se habla de la “casa del futuro”, o del “Hogar Digital”, se hace como una posible solución que facilitase las condiciones de vida del mayor, de la persona dependiente o con alguna discapacidad en su propio domicilio, así como la mejora de su bienestar e independencia, favoreciendo una mayor comunicación con el exterior, la familia, los médicos o con un servicio de tele asistencia.

Un sistema lo suficientemente flexible se podría haber diseñado para poder abastecer el mayor espectro de tipos de usuario posible, pero la cuestión es que este tipo de aplicaciones deberían de poder ser más personalizados de cara a las personas mayores puesto que ellos son los que están más marginados por las nuevas tecnologías, y los que seguramente para hacer de su vida cotidiana más agradable y satisfactoria necesitan de este tipo de sistemas personalizado a sus necesidades y características fisiológicas.

1.1 Descripción del trabajo

Se realizará un estudio previo de la situación actual de la domótica en España, cuáles son los mejores sistemas implementados hasta ahora, así como se analizarán el estado de las personas mayores frente a las nuevas tecnologías.

Tras analizar y comprender cuales son las aplicaciones punteras en el mercado, se pasará a la organización del proyecto. En este apartado, se iniciará el proceso de diseño de la aplicación y se decidirán las herramientas

que se emplearán para analizar, diseñar y codificar la interfaz. Una vez hayamos finalizado este punto, entraremos en uno de los procesos críticos del desarrollo, el análisis de los requisitos y el diseño definitivo de la aplicación basándonos en éstos. Se establecerán todos los requisitos, tanto funcionales, como de datos, de entorno y de usabilidad, necesarios para que al final del proyecto resulte una interfaz funcional, útil, amigable y sencilla; y para que todas y cada una de las necesidades propuestas al principio sean satisfechas.

Tras establecer los requisitos, se pasará al proceso de diseño. En este proceso no solo se diseñarán los aspectos gráficos de la aplicación sino que se diseñarán una serie de prototipos con los cuales, teniendo en cuenta estudios realizados a distintos tipos de perfil de usuario, se intentará decidir que prototipo se adaptará mejor a las necesidades del usuario. Una vez que se tenga una muestra de usuarios lo suficientemente amplia como para tomar una decisión adecuada, se adoptará el prototipo de diseño elegido y se tomarán decisiones sobre los prototipos de bajo nivel con los usuarios para obtener especificaciones finales para el diseño final y así pasar a desarrollar el prototipo de alto nivel.

Tras implementar la interfaz, se pasará a integrar el sistema en un entorno emulado del dispositivo, donde se realizarán las pruebas finales que den por concluido el trabajo.

1.2 Resumen del estado del arte

La domótica se encuentra relacionada a una tecnología muy moderna, pero la realidad es que se conoce desde finales de los años setenta, cuando un grupo de investigadores británicos configuraron el primer protocolo pensado para comunicar dispositivos entre sí. Era el X10. A pesar de que la primera toma de contacto ocurrió en Inglaterra, hasta la fecha, los países con mayor tradición han sido EE.UU. y Japón. Los europeos tardaron en unirse a esta corriente, pero a principios de los ochenta y con la aparición de los primeros buses, un cable específico para el envío de datos, empezaron a posicionarse

como una alternativa más dentro de la automatización de viviendas. Dos disciplinas como la telefonía móvil e Internet, con un crecimiento y unas tasas de penetración en el mercado hasta ahora desconocidas, han facilitado el despegue definitivo de este sector.

En cuanto a nuestro país, la evolución y el desarrollo han sido bien distintos. Si bien se ha dilatado en el tiempo su calado dentro de nuestra sociedad, en los últimos años se está despertando un gran interés por parte de los principales colectivos involucrados en este apasionante mundo. Son numerosas las iniciativas a nivel formativo que en los últimos años se han iniciado desde casi toda la geografía española. Esta línea comenzó en Diciembre del noventa y siete en Tormelloso (Ciudad Real) cuando Leopoldo Molina precursor en España de la domótica a nivel formativo, organizó las “Primeras Jornadas Castellano-Manchegas de Domótica” [3].

Es importante resaltar que en los últimos foros que se vienen celebrando en torno a esta materia, el pensamiento general es que la domótica, (y eso que todavía no ha acabado de penetrar en la sociedad), se ha quedado pequeña para conceptuar toda la amalgama de nuevas tecnologías que están surgiendo en relación al hogar. Hasta la fecha, nadie se ha aventurado a definir y delimitar esta concepción global e integral de las tecnologías aplicadas a la vivienda, que debería incluir términos como bioclimatismo, sostenibilidad, telefunciones (comunicación, asistencia sanitaria, medicina, trabajo, mantenimiento de equipos y sistemas, etc.), la propia domótica, y, sobretodo, conectada al mundo exterior y a la mayor base de información jamás conocida, Internet.

Cómo ha evolucionado la domótica en el mundo en general y en España en particular será tratado más adelante en este documento.

1.3 Descripción del problema

Lo que se desea desarrollar con este proyecto es llegar a implementar una interfaz para un dispositivo móvil, para el control domótico de una vivienda,

orientada a un perfil de usuario concreto como es el de las personas mayores de 60 años. Se quiere diseñar una aplicación que permita gestionar los aspectos más importantes del hogar sin tener que desplazarse, así como controlar de manera sencilla el estado de su vivienda en cualquier momento. Puesto que las personas de edad avanzada son sensibles a muchos problemas de tipo sonoro y/o visual, la interfaz debe estar diseñada para poder solventar estos obstáculos en la mayor medida posible, ya sea mediante ayudas sonoras o iconos visualmente grandes. Hay que tener en cuenta que este tipo de usuario tiene conocimientos básicos o casi nulos de informática y no está familiarizado con su uso, por lo tanto la interfaz, aparte de ser sencilla, clara e intuitiva, debe ser usable y no dar la sensación al usuario de que debe aprender una serie de pasos para llevar a cabo una acción determinada o que tiene que leerse un tedioso manual antes de interactuar con ella.

Por lo tanto se plantean dos problemas fundamentales a tener en cuenta a la hora de realizar el análisis, el diseño y la implementación. Estos son los siguientes:

1. *Características del tipo de usuario.* Nivel cultural, género y sobre todo su historia de acceso a las tecnologías, van a marcar la manera en que se van a “comunicar” con los dispositivos tecnológicos, y en concreto con esta aplicación.

Para realizar una interfaz realmente útil para este tipo de usuario hay que tener en cuenta ciertas peculiaridades:

- Alteraciones de atención.
- Alteraciones auditivas y visuales.
- Lentitud en el procesamiento y en la generación de respuesta.
- Alteraciones de procesamiento cuando la cantidad de información es muy grande.

2. *Tipo de vivienda en la que irá destinado el sistema.* Ya que no todos los edificios poseen las mismas necesidades, así como no se rigen por la misma reglamentación, la interfaz que queramos desarrollar dependerá del edificio de destino, de los requisitos del cliente y del tipo de propiedad. En nuestro caso, la interfaz controlará una vivienda sencilla de tipo unifamiliar.

Para salvar estos problemas, el diseño de la aplicación debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- La información deberá ser ofrecida de manera redundante (escrita/visual) y en los tamaños y tonos adecuados para paliar las dificultades de percepción.
- La información debe estar presente el tiempo suficiente para que sea procesada, y si es posible, debería estarlo durante cada proceso.
- El tiempo para ofrecer respuesta debe aumentarse
- La interfaz deberá ser sencilla y de colores adecuados, se realizará un estudio de percepción de contraste.
- Se evitarán los “ruidos” visuales.
- La información será simple. Todas las alternativas presentadas deben estar limitadas para que no se produzca “agobio”.

1.4 Ciclo de vida del proyecto

Este proyecto va a seguir un ciclo de vida que tenga como fin el desarrollo de una interfaz que satisfaga las necesidades de las personas mayores, que sea útil, fácil de usar, fácil de aprender y amigable en apariencia.

Se considera que este proyecto va a ir evolucionando a lo largo del tiempo a medida que se van refinando los sucesivos prototipos para así obtener un producto final. La salida de cada fase va a ser la entrada de la siguiente, por lo que el ciclo en espiral (ver Imagen 2) es el que más se adapta a este desarrollo.

Se realizará un análisis de requisitos que irá seguido del diseño de la interfaz, donde se crearán los primeros prototipos que serán de bajo nivel y con los que se obtendrán especificaciones para pasar a la implementación final. Una vez creado el producto será sometido a evaluación por personas que cumplan el perfil de usuario al que va dirigido este proyecto, personas mayores de 60 años.

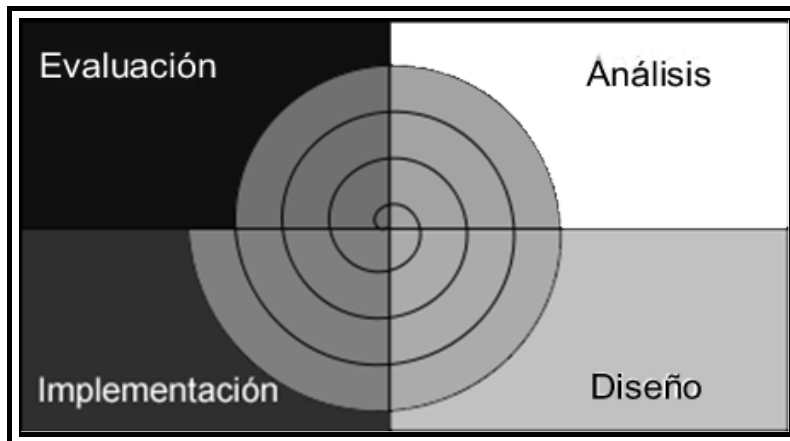


Imagen 2: Ciclo de vida del proyecto

2 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Planificación

A continuación se van a mostrar dos diagramas de barras que contienen tanto la planificación inicial (ver Tabla 1) como la real (ver Tabla 2). Posteriormente se comentarán aspectos de interés que obligaron a modificar esta planificación inicial. Se distinguen los siguientes periodos dentro de la planificación:

- **Realización:** representa el tiempo empleado de desarrollo en fases del proyecto.
- **Entrega:** representa la semana en la que fases del proyecto son entregadas al jefe del proyecto para supervisión.
- **Revisión:** identifica el periodo de tiempo en el que el jefe de proyecto realiza la revisión de fases desarrolladas y realiza feedback con el equipo de desarrollo para tratar las correcciones de la última entrega para que posteriormente se realicen las modificaciones pertinentes sobre dicha fase. Además en esta fase se tratan de fijar pautas a seguir para el desarrollo de siguientes fases.
- **No efectivo:** identifica los periodos de tiempo en los que no se realizaba ninguna tarea del proyecto debido a motivos personales o laborales.

PLANIFICACIÓN INICIAL

[illegible]

Tabla 1: Planificación Inicial

PLANIFICACIÓN REAL

[illegible]

Tabla 2: Planificación Real

Hay una desviación sobre la planificación inicial, principalmente motivada por el periodo no efectivo de trabajo que abarca 3 semanas. Este periodo de tiempo que aparece representado en el diagrama de barras con color amarillo, indica un periodo temporal en los que debido a causas ajenas al propio equipo de trabajo del proyecto, causas de mayor responsabilidad y vacaciones han impedido la realización del proyecto. Por ello este periodo se contempla no efectivo tanto en el seguimiento como en la realización de cualquier tarea.

Debido al periodo no efectivo fue necesario emplear una semana más de lo previsto sobre la planificación inicial para retomar el proyecto y acabar la fase de análisis de requisitos. En el diseño de la interfaz y la fase de decisión de la implementación se consiguió avanzar una semana tomando decisiones más rápidas para resolver los problemas que esto conllevaba. En la implementación de los prototipos de alto nivel se necesitaron dos semanas más para asegurar una gran calidad y funcionalidad. Finalmente la fase de conclusiones y líneas futuras se desarrolló en menos tiempo del previsto y se pudo cumplir con las 39 semanas efectivas que estaban previstas para el proyecto en la planificación inicial.

2.2 Estimación de costes

A) Recursos Humanos

En primer lugar indicar que se incluye una descripción de los roles de los miembros del posible equipo de trabajo encargado de construir el software.

Roles de los miembros del equipo de trabajo

Jefe de Proyecto

- Es el coordinador y responsable del trabajo de su equipo.
- Entre sus responsabilidades está: coordinar el trabajo de los distintos miembros del equipo; planificar y administrar el proyecto; velar por el cumplimiento de los plazos y los costos programados.

Analista

- Es el encargado de especificar los requisitos del problema a desarrollar.
- Entre sus tareas está: entrevistar al cliente; obtener los requisitos; velar porque el diseño cumpla con los requisitos; velar porque el producto final cumpla con los requisitos.

Diseñador

- Encargado de generar el diseño de la interfaz.
- Entre sus funciones está: generar el diseño detallado del sistema basándose en los requisitos; generar un prototipo rápido del sistema (con analistas e implementadores) para chequear los requisitos; velar porque los requisitos cuenten con una solución factible; velar porque el producto final se ajuste al diseño realizado.

Implementador

- Encargado de implementar el sistema.
- Entre sus funciones está: implementar los diseños del sistema (código ejecutable); implementar los prototipos rápidos para chequear los requisitos; coordinar la tarea de todas las personas que colaboren con la implementación.

Evaluador (Control de calidad)

- Encargado de asegurar la calidad de cada uno de los productos (documentos, prototipos, programas, producto).
- Entre sus tareas está: coordinar las inspecciones; velar por la adhesión al estándar adoptado para el desarrollo; velar por la

completitud, exactitud y no ambigüedad de los documentos; velar por la calidad del producto final.

Para poder construir el software se van a emplear los siguientes recursos humanos.

- **Jefe del proyecto:** Coordinador del proyecto. Trabaja 2 horas semanales.
- **Ingeniero informático:** Cubre los roles de Analista, Diseñador, Implementador y Evaluador. Trabaja 8 horas semanales.

Se asignará un salario base para el jefe de proyecto de 500€ en el supuesto de trabajar 8 horas semanales en horario de 11-13 horas de lunes a jueves. Con estos datos, se estima que el coste de cada hora del jefe de proyecto será de 15.62€/h. Se estima que el tiempo trabajado del jefe de proyecto será de 2 horas semanales y la duración del proyecto de 36 semanas.

Se asignará un salario base para el ingeniero informático de 1000€ en el supuesto de trabajar 24 horas semanales en turno de mañanas con un horario 9-14h y viernes de 9-13h. Con estos datos, se estima que el coste de cada hora de trabajo del ingeniero que llevará a cabo el proyecto será de 10.41€/h. Se estima que el tiempo trabajado será de 8 horas semanales y la duración del proyecto de 36 semanas.

Tras las estimaciones y los datos expuestos anteriormente el coste total del personal (ver Tabla 3) durante el tiempo que dura el proyecto es de **4122.72€** (cuatro mil ciento veintidós euros con setenta y dos céntimos).

<i>Recurso humano</i>	<i>Horas</i>	<i>Coste/Hora</i>	<i>Total</i>
Jefe del proyecto	72	15.62€	1124,64€
Ingeniero informático	288	10.41€	2998,08€
			4.122,72€

Tabla 3: Presupuesto recursos humanos

B) Recursos Materiales

Se realizará un presupuesto sobre la cuantía de estos recursos en el supuesto de que fuera necesario adquirirlos.

Recursos de Hardware

- 2 Ordenadores Pentium Dual-Core 2,5 GHz (RAM 4096 MB, HD 320 GB...), que incluyen el sistema operativo Windows XP Profesional → 1000€
- Conexión a Internet: Conexión ADSL para el jefe de proyecto y para el ingeniero (20€/mes durante 9 meses X 2) → 360 €.
- Periféricos: USB, Impresora multifunción → 150€

Estimación de gasto total en Hardware → 1510€

Software

- Microsoft Visual Studio 2005 Estándar Edition → 200 €
- Microsoft Office 2007 (incluye Visio) → 290 €
- Adobe® Fireworks® CS4 → 405€
- Envisioneer 4.3 → 0€
- **Viabilidad Legal:** El software de domótica no está sometido a ninguna patente de software, lo que da vía libre a su desarrollo.

Estimación de gasto total en Software → 895 €

Otros

- Puesto de trabajo (mobiliario) → 100 €
- Material Oficina (encuadernación, fotocopias, papel, consumibles...) → 200€

Estimación de gasto total en otro recursos → 200 €

C) *Total* (ver Tabla 4)

PRESUPUESTO		
Recursos Humanos	Jefe de proyecto	1.124,64 €
	Ingeniero Informático	2.998,08 €
	TOTAL Recursos humanos	4.122,72 €
Recursos Materiales	HARDWARE	
	2 PC Pentium Dual-Core 2,5 GHz (ram 4096 MB, HD 320 GB), incluye windows XP	1.000,00 €
	2 Conexiones ADSL (20€/mes) durante 9 meses	360,00 €
	Periféricos: USB, Impresora multifunción.	150,00 €
	TOTAL Hardware	1.510,00 €
	SOFTWARE	
	Microsoft® Visual Studio 2005 Estándar Edition	200,00 €
	Microsoft® Office 2003 (incluye Visio)	290,00 €
	Adobe® Fireworks® CS4	405,00 €
	Envisioneer 4.3	0,00 €
	Total Software	895,00 €
	OTROS	
	Material Oficina (fotocopias, consumibles...)	100,00 €
	Puesto de trabajo (mobiliario)	200,00 €
	TOTAL otros	300,00 €
	TOTAL Recursos materiales	2.705,00 €
	GASTO TOTAL RECURSOS	6.827,72 €

Tabla 4: Presupuesto Total

3 ESTADO DEL ARTE

La domótica ha ido evolucionando a lo largo del tiempo tanto en interfaces graficas de usuario como en el resto de aspectos generales de los sistemas domóticos.

3.1 La evolución de la domótica en España

La Domótica en España se remonta a inicios de los noventa, cuando aparecieron los primeros sistemas y las primeras iniciativas inmobiliarias. En este contexto, aparecieron algunas asociaciones como el CEDOM (Asociación Española de Domótica). Esta institución apostó en aquella época por la integración de servicios y tecnologías electrotécnicas en el hogar, con el objetivo de promocionar el mercado de la Domótica en nuestro país. Fue el inicio del mercado domótico.

La Domótica en España, según el informe titulado “Evolución del Mercado Español” [4] , publicado por empresas del sector como “Casadomo”, el CEDOM y el Institut Cerdá, tuvo un inicio que no fue demasiado alentador debido al desconocimiento que se tenía del sector y a las escasas tecnologías de las que se disponía en ese momento, por esto comenzaron a surgir sistemas domóticos de muy mala calidad y de coste altísimo que no satisfacían las necesidades de los usuarios y produjeron que este tipo de sistemas no tuvieran la aceptación deseada en sus inicios.

Los defectos más remarcables de los primeros sistemas domóticos fueron los siguientes:

1. Eran sistemas muy poco integrados, difíciles de instalar y de utilizar por parte del usuario final.
2. El coste de los sistemas era, generalmente, excesivo.

3. Existía una oferta muy reducida.
4. Muchos sistemas procedían de entornos no domésticos.
5. Eran sistemas diseñados, en muchos casos, fuera de la geografía española, para mercados con características muy concretas y muy distintas a las del sector residencial español.

Durante el año 2000 se aprecia una tendencia en el diseño de nuevos sistemas domóticos, basada principalmente en la descentralización de las funciones. En otras palabras, desaparece el concepto genérico de central de gestión, para convertirse en la suma de pequeños módulos con funciones especializadas, que se interconectan a través de un bus doméstico de comunicaciones. Una de las virtudes de este tipo de sistemas, era permitir una mayor modularidad y permitir ampliar el sistema de manera fácil y sencilla. A voluntad del usuario, el sistema domótico podía crecer mediante la adición de nuevos módulos para cubrir sus necesidades.

El concepto de Hogar digital nace a partir del año 2001 [5]. Este nuevo concepto se basa en la disponibilidad de una red doméstica (denominada habitualmente, con el término inglés “home network”), gracias a la existencia de nuevas interfaces de conexión con redes de comunicación mejoradas (denominadas pasarelas residenciales o “gateways”) y la disponibilidad de equipos domésticos con mayores prestaciones de comunicación y control.

El concepto de Hogar Digital ya no sólo incluye Sistemas de Domótica, sino que también comprende Sistemas de Seguridad, Multimedia y de Comunicación. Así pues, actualmente, la mayoría de los sistemas que se encuentran disponibles en el mercado, no se limitan solamente al ámbito de la domótica, sino que van más allá, llevando el concepto de digitalización a todos los subsistemas y aplicaciones del hogar.

3.1.1 Factores Tecnológicos del Desarrollo

Los usuarios de sistemas como alarmas del hogar, instalaciones de gestión energética, riego automático, etc. tenían pocas alternativas para interactuar con sus sistemas hasta hace pocos años. Los sistemas se podrían controlar principalmente de forma local, es decir, desde la misma casa, a través de teclados de los programadores de los sistemas, mandos muy sencillos, algunos botones o interruptores. Remotamente, es decir desde fuera de la casa, algunos sistemas se podrían operar a través de teléfonos con tonos. Los sistemas eran poco integrados y cada sistema tenía su propia interfaz o interfaces.

La Domótica no habría podido evolucionar tan favorablemente sin la aparición de las nuevas tecnologías de comunicación, las cuales han facilitado el acceso a las personas a productos domóticos. Podemos definir algunas principales tendencias tecnológicas que están ayudando enormemente al desarrollo de las nuevas interfaces para la Domótica:

- El desarrollo de los sistemas inalámbricos tanto para dentro del hogar como Bluetooth y WiFi, como para fuera del hogar con la conexión 3G.
- El uso de dispositivos móviles (Teléfono móvil, PDA, etc.) como aparato personal y personalizado.
- El desarrollo de Internet y el protocolo TCP/IP como estándar que permite la interacción desde cualquier sitio en el mundo con acceso a Internet.

Estos desarrollos, permiten que los usuarios tengan un acceso y control mucho más flexible del hogar, pudiendo ver datos, imágenes, programar eventos, etc. prácticamente desde cualquier sitio, dentro o fuera de la casa y en cualquier momento.

Hay un enorme abanico de posibilidades a la hora de afrontar el reto de desarrollar una interfaz de usuario, por ello, hay que resaltar que el objetivo principal de este Proyecto es el de ofrecer una interfaz completa y usable a un perfil de usuario muy específico. No se va a entrar en especificaciones de hardware ni en protocolos de comunicación.

3.1.2 Interfaces Tradicionales

En el Hogar Digital tradicionalmente se han usado las siguientes interfaces de interacción:

- **Sistemas de Comunicación:** con el mismo teléfono para programar los servicios tecnológicos, y software de PC para configurar los componentes de la red de Datos como los routers, Hubs y PCs.
- **Sistemas de Domótica:** con pulsadores e interruptores tradicionales genéricos o especiales de los mismos sistemas; teclados especiales del sistema; mandos a distancia; software de PCs; y por teléfono con tonos para el control. Pantallas táctiles, o pantallas con botones laterales incrustadas en la pared.
- **Sistemas Multimedia:** con mandos a distancia; los mismos botones de los aparatos y en algunos casos para sistemas controlando múltiples habitaciones, con teclados especiales para la selección de canales, volumen, etc. en cada habitación.
- **Sistemas de Seguridad:** con mandos de llavero; teclados de pared; y por teléfono con tonos para activar y desactivar alarmas. Y para avisos de forma local a través de mensajes y / o sonidos.

3.1.3 Interfaces Actuales

Actualmente, se está desarrollando en el mercado nuevos y mejoradas interfaces para el Hogar Digital. Algunas de las nuevas interfaces más interesantes son:

- Countertop Stations (ver Imagen 3) es una interfaz muy similar a los Web Pads y Tablet PCs. Aunque pueden ser de sobremesa suelen estar pensados para ser instalados en la vivienda de forma fija, normalmente debajo de los muebles superiores de la cocina.



Imagen 3: Countertop

- Pocket PCs o PDAs (Personal Digital Assistant) son otras posibles interfaces inalámbricas muy interesantes para el Hogar Digital (ver Imagen 4). Los Pocket PCs utilizan Windows Mobile (Antes llamado Windows Pocket PC) como sistema operativo. En las PDAs se utiliza muchas aplicaciones propietarias.



Imagen 4: Pocket PC

- Interfaces Web de PC (ver Imagen 5) permite un control del Hogar Digital desde cualquier PC tanto desde dentro como desde fuera de la casa a través de PCs tradicionales.



Imagen 5: Interfaz Web

- Web Pads y Tablet PCs (ver Imagen 6) son dos pequeñas pizarras con pantalla táctil. Los Web Pad básicamente tienen aplicaciones como acceso a servicios de Internet, contenidos Web y correo electrónico, procesadores de texto, calculadora, agenda, calendario, etc. Los Tablet Pcs sin embargo, son dispositivos casi iguales de potentes que los ordenadores portátiles, pero más manejables gracias a que se ha dejado el teclado como un accesorio opcional, y por lo tanto se ha reducido su peso y tamaño.



Imagen 6: Web Pad

- El teléfono móvil (ver imagen 7) es en muchos casos idóneo gracias a su gran extensión entre usuarios y su flexibilidad, ya que permite múltiples formas de interacción. Con el teléfono móvil se puede realizar un control por tonos, por voz, por SMS, recibir MMS, e-mail, mensajes instantáneos, y muchas otras más formas dependiendo del modelo y del tipo (GSM, GPRS, UMTS, etc.).



Imagen 7: Teléfono móvil

- Mandos a Distancia Programables Multimedia (ver Imagen 8) son cada vez más comunes. Nacen de la idea de sustituir la multitud de mandos y controladores de los equipos de Audio y video. También han sido desarrollados muchas nuevas aplicaciones que permiten el control de instalaciones de domótica como por ejemplo el sistema X-10.



Imagen 8: Mando a distancia programable multimedia

- La Televisión (ver Imagen 9) es una interfaz que se ha utilizado durante mucho tiempo pero que ha tenido una pequeña revolución en los últimos años ya que son muchas empresas con importantes proyectos que optan por esta solución. La televisión esta presente en prácticamente todos los hogares y es una interfaz conocida y aceptada.



Imagen 9: Televisión

- Llaves Digitales y tarjetas de acceso (ver Imagen 10) son sistemas que se ha utilizado durante mucho tiempo en edificios de uso profesional. Especialmente las llaves digitales, que son un emisor digital que se pueden colgar en el llavero normal y permitir la gestión de la seguridad de forma muy sencilla.



Imagen 10: Llave Digital

- Reconocimiento de Voz y Gestos (ver Imagen 11) son ejemplos de otras nuevas interfaces para la interacción con el Hogar Digital que todavía están en periodo de desarrollo y perfeccionamiento y de los que se espera muy buena aceptación.



Imagen 11: Dispositivo reconocedor de voz

Evidentemente existen muchos tipos de interfaces y esta lista no ha pretendido ser completa, sino únicamente destacar algunos ejemplos. Las nuevas tecnologías y sistemas van a guiar el desarrollo de las interfaces del Hogar Digital junto con las necesidades y la aceptación por parte de los usuarios.

3.2 La interfaz de usuario

Que un sistema sea fácil de usar implica que el diseñador tendrá necesariamente que pensar más allá de las funcionalidades que el sistema debe ofrecer. También tendrá que tener en cuenta el tipo de interacción que existirá entre el usuario y la máquina. Durante la explosión tecnológica de los años 70 el concepto de interfaz de usuario, también conocida como Man-Machine Interface (MMI), comenzó a ser un término común entre los desarrolladores de sistemas. Donal Norman (autor de *The Psychology of Everyday Things*) definió este término como “todos aspectos del sistema a los que el usuario tiene acceso”, en definitiva significa, “un lenguaje de entrada

para el usuario, un lenguaje de salida para la maquina, un protocolo de interacción” [6].

Las compañías de ordenadores comenzaron a darse cuenta que si eran capaces de alguna manera de mejorar el aspecto físico de la interfaz de un usuario, podrían conseguir una gran oportunidad de mejorar sus ventas en el mercado [7]. Aprovechando esta nueva dimensión, aparece un término tremendamente usado en la actualidad, “amigable” (user friendly). Mientras esto era una mejora en las primeras interfaces, muchas compañías, desafortunadamente, utilizaron el término de simplicidad como una estrategia de mercado, cobrando por un servicio que no satisfacía a los clientes. Muchos de sus sistemas no estaban diseñados desde el enfoque del usuario y eran muy “hostiles” a la hora de utilizarse [7].

Los investigadores se centraron en las capacidades y limitaciones de los humanos a la hora de utilizar estos nuevos sistemas, lo que supuso ponerse en el lado de las personas que van a interactuar con ellos para así evitar errores en su utilización y el posible rechazo debido a su complejidad.

3.2.1 Dispositivos de entrada

Con el objetivo de interactuar con el sistema, el usuario debe tener la capacidad de mandarle instrucciones para que puedan ser interpretadas. Por lo tanto se puede definir un dispositivo de entrada como un dispositivo que, con el software adecuado, transforma la información del usuario en datos que las aplicaciones pueden procesar.

Una de las claves a la hora de seleccionar un dispositivo de entrada y decidir cual será el que controle los eventos del usuario de la mejor forma es la de cómo el dispositivo ayudará al usuario a realizar su trabajo. La elección del dispositivo de entrada debe contribuir tan positivamente como sea posible a la operatividad del sistema. En general un dispositivo de entrada óptimo deberá de cumplir [8]:

- Tendrá que ser adecuado para el entorno de trabajo, por ejemplo, no podremos trabajar con un teclado sin estar apoyado en una base fija.
- Deberá coincidir con las características físicas y psicológicas de los usuarios, su entrenamiento y su experiencia.
- Tendrá que ser apropiado para las tareas para las que ha sido diseñado. Por ejemplo si queremos dibujar necesitaremos una entrada que permita el movimiento continuo.

3.2.1.1 El teclado

El dispositivo más común para la entrada de información en un ordenador o dispositivo móvil es el teclado (ver Imagen 12). Definido de forma general, un teclado es un conjunto de botones de encendido-apagado, los cuales son utilizados en combinación o por separado para introducir datos.

La ventaja de este dispositivo de entrada es que mucha gente esta familiarizada con su diseño alfanumérico. Sobre esta distribución de teclado surgieron dos variantes principales: la francesa AZERTY y la alemana QWERTZ. Ambas se basaban en cambios en las teclas mas frecuentemente usadas en cada idioma, las 6 primeras teclas que aparecen en la primera línea de letras empezando por la izquierda. Este diseño comenzó a tener un gran éxito comercial a raíz de la aparición de las maquinas de escribir en USA alrededor de 1874. Este dispositivo no es adecuado para el control de la interfaz ya que presenta muchos inconvenientes:

- Es inmanejable para una persona mayor.
- Ocupa espacio.



Imagen 12: Teclado

3.2.1.2 Dispositivos tipo puntero

Los dispositivos de tipo puntero se utilizan para sistemas que necesiten especificar un puntero en una, dos o tres dimensiones. Por sus características, suelen ser utilizados en procesos de diseño. Ejemplo de este tipo de dispositivos son el trackball, joystick y el más popular, el ratón (ver Imagen 13).

Aunque cuando se patentó recibió el nombre de "X-Y Position Indicator for a Display System" (Indicador de posición X-Y para un sistema con pantalla), el mas usado nombre de ratón (mouse en ingles) se lo dio el equipo de la Universidad de Stanford durante su desarrollo, ya que su forma y su cola (cable) recuerdan a un roedor.



Imagen 13: Ratón

3.2.1.3 Teclado abreviado

En los Teclados Abreviados (ver Imagen 14) algunas teclas tienen que ser pulsadas en combinación para introducir un único carácter. El sistema es parecido a la de un instrumento musical, donde la combinación de varias posiciones produce una única nota. Puesto que es posible obtener una amplísima gama de combinaciones con muy pocas teclas, no se necesita muchas teclas en un dispositivo de este tipo y por lo tanto el espacio que ocupan es muy reducido.

Pueden ser muy útiles cuando se dispone de muy poco espacio o cuando se necesita una mano libre para realizar otro tipo de tarea. Un teclado abreviado de este tipo podría ser una solución para una persona ciega, ya que mediante su uso podría utilizar la aplicación mediante la ayuda de sonidos que

guiaran al usuario en su tarea, esta idea queda en el tintero como posible ampliación de la interfaz en futuros proyectos.



Imagen 14: Teclado abreviado

A pesar de su tamaño reducido el uso de estos dispositivos requiere algo de entrenamiento y no es un dispositivo que pueda ser utilizado por usuarios no expertos, por lo tanto, lo descartamos como medio principal de comunicación con la interfaz.

3.2.1.4 Pantallas táctiles

Los dispositivos táctiles permiten al usuario introducir información en el sistema simplemente tocando en una parte determinada de la pantalla (ver Imagen 15). De esta manera, la pantalla se convierte en un dispositivo bidireccional, la cual sirve tanto para mostrar información al usuario como de salida del sistema. Usando el software adecuado, las diferentes partes de la pantalla pueden representar diferentes salidas a distintas entradas del usuario.

Las ventajas de las pantallas táctiles es que son muy sencillas de manejar, no requieren espacio extra (ya que se reutiliza tanto la entrada como la salida), no tiene partes movibles y son duraderas. Proveen interacción directa. Su facilidad de uso hace de ellas ideales para usuarios que no quieran invertir mucho tiempo en aprender a usar un dispositivo.



Imagen 15: Pantalla táctil

Entre las desventajas que pueden resaltarse están los pequeños errores de precisión, altas tasas de error y acumulación de la fatiga en el brazo del usuario. Afortunadamente, con el paso del tiempo, estos errores han ido disminuyendo y hoy en día las tasas de error son muy bajas. En general, las pantallas táctiles son ideales para software con iconos grandes y para usuarios sin experiencia en la interacción con sistemas, pero inapropiados para sistemas con iconos muy pequeños.

Debido a todas estas características la pantalla táctil es el dispositivo idóneo para interactuar con la interfaz que se va a desarrollar, no ocupa espacio y es lo más intuitivo para una persona con poca experiencia en la interacción con sistemas informáticos.

3.2.1.5 Entrada por voz

La entrada por voz (Booth, 1989) sugiere distintos avances sobre otros métodos de entrada de datos:

- Ya que la voz es la forma natural de comunicación, es mucho más fácil de enseñar a nuevos usuarios que con otros tipos de dispositivos de entrada.

- Puesto que el reconocimiento de voz no requiere del uso de manos u otros elementos, permite al usuario llevar a cabo otras acciones mientras interacciona.
- La entrada por voz ofrece a las personas discapacitadas como a los que padecen ceguera y otros discapacitados con lesiones severas la oportunidad de manejar nuevas tecnologías con la independencia que esto otorga a un discapacitado.

Sin embargo, no todo es perfecto y estos dispositivos también plantean otros problemas:

- La entrada por voz solo es aplicable a tareas muy especializadas y específicas y no esta demasiado extendida a las tareas cotidianas.
- Los reconocedores de voz tienen severas limitaciones. Donde las personas tienen algún problema a la hora de identificar diferentes fonemas y sonidos, los reconocedores de voz suelen fallar con bastante frecuencia.
- Pueden alterar su rendimiento debido a las interferencias por el sonido ambiente.

Estos dispositivos están en continuo desarrollo aunque hay que resaltar que poseen un vocabulario muy limitado y reconoce muy pocas palabras en comparación con todo el abanico de posibilidades. Aun así, como posible ampliación del proyecto se podría implementar un modulo de entrada por voz donde el usuario introduciendo una serie de palabras clave podría ir indicando a la interfaz la tarea que desee realizar en su hogar.

3.2.1.6 Otros dispositivos de entrada

Se esta investigando en nuevos dispositivos de entrada de datos. Dispositivos con los que el ser humano es capaz de usar sus pies, gestos y

expresiones faciales utilizándolos en combinación con dispositivos táctiles y movimiento para permitir la entrada de datos en un sistema de computación.

Una de las ventajas obvias es la de que si puedes interaccionar con, por ejemplo, los pies, tienes las manos libres para desarrollar otra tarea. Un ejemplo de un dispositivo de este tipo es el Footy-Mouse (ver Imagen 16). Que en su versión actual, presenta un relieve con rugosidad el cual permite moverse en las direcciones \leftarrow , \rightarrow , \uparrow , \downarrow . Al aplicarle una presión continua al dispositivo permitiendo el movimiento continuo del cursor.



Imagen 16: Prototipo de Footy Mouse

3.2.2 Dispositivos de salida

Los dispositivos de salida son todos aquellos que transforman la información que viene dada en la representación interna de la máquina en algo perceptible para nosotros.

Los métodos para mostrar salidas más habituales son:

- Interfaces gráficas de usuario (GUI) y sistemas multimedia.
- Imágenes en movimiento, sonido, multimedia e hipermedia.
- Salidas tridimensionales.

3.2.2.1 Salida visual

La salida de texto y datos en formato visual es la forma más común de salida. La clave en el diseño de una salida en formato visual, es que la información mostrada sea legible y que sea fácil para el usuario de utilizar y localizar.

Hay aspectos muy importantes relacionados con la salida por pantalla:

- Aspectos físicos de percepción: Como puede ser el contraste de la pantalla, la combinación y selección de colores.
- La forma en la que la información es mostrada, como por ejemplo el tamaño del texto, el orden de los ítems y la forma en la que los iconos son diseñados.

En la aplicación, se requiere que el usuario tenga la sensación que tiene el control absoluto de los distintos eventos que van ocurriendo, para ello, vamos a utilizar una técnica denominada "feedback visual". En un sistema interactivo, la retroalimentación visual (o feedback visual) es toda forma grafica de comunicación que va del sistema en dirección al usuario. La retroalimentación tiene lugar en la interfaz de la aplicación en forma de expresiones de salida (por ejemplo ventanas, iconos, mapas sensibles, mensajes de error), a fin de informar al usuario sobre el efecto de sus acciones y sobre el estado actual del sistema. Para tal efecto, la retroalimentación debe ser informativa, comprensible y se debe efectuar en un tiempo razonable a la tarea del usuario. Hay muchas formas de desarrollar esto y que la comunicación con el usuario progrese:

- Informarle en que punto se encuentra en un proceso.
- Indicarle cuanto progreso falta para acabar una tarea.

- Confirmar una entrada recibida.
- Informar al usuario que una entrada introducida no es valida.

3.2.2.2 Salida sonora

Los usos actuales de las salidas sonoras en las interfaces son muy extensos como por ejemplo, alertas y distintas salidas del sistema. Los distintos tipos de pitidos y timbres pueden ser usados para indicar que se han introducido un comando incorrecto o que un proceso requiere de la participación del usuario. Hoy en día las maquinas son capaces de generar sonidos mucho más complejos que unos simples tonos, generalmente sonidos sintetizados como por ejemplo:

- Diálogos.
- Sonidos musicales.
- Sonidos naturales.

Algunos desarrolladores como Buxton (1989) han sugerido que el sonido puede ser utilizado de una forma mucho más rica y así mostrar mejor que esta pasando en el sistema. En particular, puede ser usado como un método de codificación para aumentar y mejorar la representación grafica. Se sugirió que los sistemas mas complejos podían beneficiarse usando sonidos que tuvieran una relación directa con los procesos que iban ocurriendo, como por ejemplo, los videojuegos que mediante sonidos de alta calidad representan sucesos que no pueden ser representados gráficamente. Si bien estos sonidos son demasiados complejos para la interfaz de control domótico, hay que tener en cuenta estas ideas de cara al futuro.

Para el desarrollo de la interfaz se ha valorado muy positivamente el uso de sonidos para mejorar la comunicación hombre-maquina, sin embargo se nos plantea un inconveniente: no se dispone de espacio físico para colocar el

hardware necesario, por ejemplo: un conjunto de altavoces o un pequeño equipo multimedia. Aun así como posible modulo de ampliación del sistema, se podría diseñar un conjunto de salidas sonoras para personas con discapacidad visual.

Aunque voy a explicar brevemente en que consiste cada tipo de interacción por separado para seleccionar la que mas se adecue a nuestro perfil del usuario, hay que decir que no son mutuamente excluyentes sino que muchos tipos de interacción tienen elementos comunes.

3.2.3 Paradigmas de interacción

Una entrada para comandos y una aplicación mediante pantallas realizaría las tareas que solicita el usuario en un tiempo aceptable. La entrada por comandos tiende a ser utilizada por usuarios expertos que están acostumbrados a su manejo. En este tipo de interfaces, que aún se siguen utilizando tanto en los terminales X como en las consolas de sistemas Unix o MSDOS, la interfaz que se le ofrece al usuario espera que este sepa introducir una serie de comandos para ser procesados y recibir una serie de resultados.

El desarrollo del modo de interacción mediante pantallas fue creada para un espectro totalmente distinto de personas y tareas. Estas interfaces sustituyeron a los formatos de papel con el objetivo de automatizar tanto como fuera posible la tarea de introducir datos beneficiándose del poder de procesamiento de información de un ordenador.

3.2.3.1 Navegación por pantallas y uso de menús

Se puede definir un menú como un conjunto de opciones mostradas en la pantalla donde la selección y ejecución de una (o varias) produce un cambio en el estado de la interfaz (Paap y Roske-Hofstrand, 1988). Al contrario que la entrada de comandos, los menús tienen la ventaja que los usuarios no tienen que recordar elementos sino únicamente reconocerlos. Esto significa que para

que un menú sea eficiente, los nombres y/o iconos que deben ser seleccionados deben ofrecer información por si solos (lo que no siempre es así). En el pasado, uno de los problemas mas importantes que existían con los menús era que ocupaban demasiado espacio en la pantalla. Para ello se diseñaron dos tipos de soluciones: los menús "pull down" y los "pop up". Se diferencian en la forma en la que el menú es desplegado desde un título mas general, en los primeros el control se encuentra en la parte superior de la pantalla, donde un elemento es seleccionado y automáticamente vuelve a su título original. Sin embargo, los menús "pop up" aparecen haciendo clic en una parte determinada de la pantalla, la cual puede estar determinada por un icono que seleccionándolo, la interfaz cambia de estado y se mantiene en el hasta que el usuario decide cerrarlo o volver atrás.

Cuando hay un número de menús diferentes, cada uno con sus opciones correspondientes, el usuario necesitara saber cual es la opción que esta buscando. Hay varias estrategias para resolver esto. La forma mas rápida y sencilla de búsqueda aparece cuando la tarea que quiere realizar el usuario coincide con una de las opciones mostradas. A esto se le denomina "coincidencia de entidades". Un ejemplo de esto, es el caso en el que una persona desee buscar una página de un documento y para ello sea capaz de introducir el número de página en el apartado "numero de página".

Los desarrolladores tendrán que decidir la mejor forma de mostrar los menús para que sean compresibles y fáciles de utilizar. En la mayoría de los casos es muy útil organizar los menús de forma jerárquica. El problema es decidir que elementos incluir en varios niveles y cuales irán agrupados.

En la interfaz que nos compete, se ha descartado la posibilidad de incluir un menú de opciones desplegables por los siguientes motivos:

- Es difícil manejar un menú de este tipo mediante el toque con un dedo o puntero, ya que este tipo de menús esta pensado para interactuar mediante un ratón.

- Colocar toda la información disponible en la primera pantalla es inadecuado para que una persona mayor no se sienta agobiada ante tal cantidad de posibilidades.

Por lo tanto, se va a optar por un menú de tipo "pop up" donde en un principio, se clasificarán las distintas opciones de la interfaz en función de su utilidad dentro del hogar, y mediante la navegación por las distintas pantallas, se profundizara más en cada una de las funciones.

2.2.3.2 Manipulación directa

Cuando hablamos de interacción mediante manipulación directa nos referimos a sistemas con las siguientes características:

- Visibilidad de todos los elementos que interesan
- Rapidez, reversibilidad y con acciones incrementales.
- Sustitución de los comandos complejos mediante sintaxis con la manipulación directa del objeto que interesa.

Típicamente los sistemas de manipulación directa tienen iconos que representan objetos los cuales pueden ser desplazados por la pantalla y manipulados controlando un cursor mediante un ratón.

El Apple de Macintosh fue el primer sistema de propósito comercial que incluía elementos de la manipulación directa como una de sus principales características. Estaba basado en la metáfora de un escritorio, en el cual los iconos representaban objetos comúnmente asociados a los elementos de un escritorio. Por ejemplo, los ficheros eran pequeñas cajas que podían ser agrupados en torno a otro icono que estaba representado por una carpeta.

Un sistema de manipulación directa bien diseñado puede tener una gran acogida entre sus usuarios. Sheiderman (1983) creía que esto se debía a los siguientes factores:

- Los usuarios novatos pueden aprender muy rápidamente su funcionalidad.
- Las personas experimentadas pueden trabajar extremadamente rápido llevando a cabo una gran cantidad de tareas.
- Los usuarios pueden ver rápidamente si sus acciones están consiguiendo realizar la tarea que esperan pues de no ser así pueden simplemente deshacer los cambios y tomar otras alternativas.
- Ganan en confianza y dominio ya que inician una acción, sienten el control y pueden predecir la respuesta del sistema.

Uno de los problemas de este tipo de interacción es que no todas las tareas pueden ser descritas mediante objetos concretos y no todas las acciones pueden llevarse a cabo de forma inmediata.

En la interfaz que se va a desarrollar se incluirán elementos de manipulación directa, sobretodo, para conseguir que el usuario sienta que tiene el control y que pueda predecir el resultado de sus acciones.

Por cada acción que realice el usuario (encender una luz) por ejemplo, el sistema deberá responder con algún tipo señal. En cambio, no se presentaran demasiados iconos para no saturar al usuario de información, ni por supuesto, se podrán desplazar los elementos de la pantalla para reducir la complejidad del manejo lo máximo posible.

3.3 Problemas de desarrollo

Uno de los principales problemas que nos encontramos a la hora de afrontar el diseño y la implementación de una interfaz gráfica es el de conseguir que la interfaz tenga la utilidad adecuada para que pueda ser utilizada por el mayor número de personas posible, pero, ¿en qué consiste la usabilidad?

Según Rosson y Carron (2002) [9] la usabilidad es la cualidad de un sistema respecto a tres puntos principales:

- La facilidad de uso, existiendo múltiples posibilidades de intercambiar información entre el usuario y el sistema.
- La satisfacción del usuario incluyendo también el soporte para garantizar las metas (robustez).
- La facilidad de aprendizaje para nuevos usuarios que garantizan interacción efectiva y máximas prestaciones.

Para Preece [8] los fundamentos para lograr la usabilidad óptima son los siguientes:

1. Efectividad
2. Eficiencia
3. Seguridad
4. Utilidad
5. Facilidad de aprendizaje

3.3.1 Problemas intrínsecos del usuario

Hay que tener en cuenta a la hora de diseñar e implementar la interfaz de control domótico las particularidades de los usuarios que la van a utilizar. Cuando se hace referencia a población mayor, se hace referencia a personas de 60 años en adelante. Hay ciertas peculiaridades en este grupo de edad que hacen que el diseño de objetos, en general, y productos informáticos, en particular, sea una experiencia desafiante.

Características como diferentes grados de discapacidades e impedimentos pueden convertirlo en una tarea imposible [9], como podrían ser los diferentes grados de funcionamiento cognitivo (se expondrán más adelante) que dificultan las formas en las cuales se promueve el aprendizaje sencillo y se desafía el desarrollo de interfaces personalizadas y aplicaciones para ellos.

3.3.1.1 Pérdida de la vista

Aunque la pérdida de visión no es el único problema que afecta a las personas mayores, es razonable pensar que cuantos mas estímulos puedan ser generados usando diferentes canales (audio, video, táctil...) la comunicación de la información al usuario será mas eficaz.

Algunas capacidades visuales tienden a decrementarse con la edad, de hecho, con los efectos del envejecimiento la probabilidad de sufrir algún tipo de enfermedad aumenta. Cataratas, glaucomas y diabetes [9] son algunas de las enfermedades típicas de esta edad y que afectaran a la capacidad visual y que tendremos que tener en cuenta a la hora de desarrollar la interfaz.

3.3.1.2 Pérdida del sentido táctil

El decremento de la percepción sensorial es también notable en el sentido táctil. Si hay una enfermedad asociada a este problema, la enfermedad del Parkinson es la más importante. Estos pacientes muestran muchas dificultades

a la hora de interaccionar con una pantalla táctil en la que los elementos no estén lo suficientemente diferenciados, llegando a observarse una diferencia de mas del triple de errores comparado con un usuario sin esta enfermedad [10].

3.3.1.3 Pérdida del oído

El oído no es una excepción a la degeneración gradual que ocurre con el envejecimiento. El grado de perdida de oído no es un proceso estándar y hay diferencias considerables en el grado de perdida auditiva de una persona a otra, desde una sordera total en la cual no se escucha ningún sonido, a una ligera dificultad para seguir un dialogo en una conversación con ruido de fondo.

Algunos de estos procesos degenerativos comienzan a la temprana edad de 25 años. Alrededor de los 60 años, la identificación de los tonos limpios a bajas frecuencias esta en márgenes normales pero a frecuencias altas, la perdida de oído esta en el rango de medio a moderado, con la edad, el umbral también se incrementa por encima de los 90 años, entonces resulta que la perdida de oído a bajas frecuencias es media y de moderado a severo para frecuencias más altas. Otro dato curioso es que los hombres de media tienen peor audición que las mujeres [11].

El proceso de envejecimiento esta generalmente asociado con el decremento de la funcionalidad y perdida de sensibilidad. Uno de los efectos más obvios de la edad es la de la pérdida de sensibilidad. Para mucha gente mayor, muchas de sus habilidades tienden a permanecer intactas o ligeramente afectadas, mientras que otras sufren un alto grado de perdida. Esto dependerá de cada persona.

El decremento de las habilidades funcionales puede afectar a los siguientes aspectos:

- Órganos sensitivos (vista, oído, olfato, gusto, tacto)
- La capacidad de procesado de la información.

- Pérdida de claridad en el diálogo.
- Se reduce la velocidad y aumenta la variación en el tiempo para realizar movimientos precisos.
- Aumenta el tiempo requerido para almacenar la información en memoria.

El decremento sensorial no es un proceso homogéneo y las variaciones entre individuos pueden ser muy significativas. La combinación de audio y salida visual en una interfaz puede minimizar el efecto de cualquier pérdida sensorial experimentado por el usuario y ayudarlo a obtener y asimilar toda la información [10].

4 ANALISIS DE REQUISITOS

El análisis de requisitos nos aporta el mecanismo necesario para comprender lo que el usuario quiere, analizar sus necesidades, evaluar su factibilidad y administrar los requisitos conforme éstos se van convirtiendo en un sistema operacional. Un principio clave de todos los modelos de procesos de la ingeniería del software dice: “Es mejor comprender el problema antes de tratar de diseñar la solución”. El caso de analizar el proceso para crear una interfaz de usuario supone:

- Comprender a las personas (usuarios finales) que interactúan con el sistema por medio de la interfaz.
- Asimilar las tareas que los usuarios finales deben realizar para hacer su trabajo.
- Razonar el contenido que se presenta como parte de la interfaz.
- Estudiar el entorno donde se realizaran las tareas.

En las siguientes secciones se examinarán cada uno de estos puntos para el análisis de la interfaz, con el mero fin de establecer una base sólida para el diseño de las tareas que vendrán a continuación.

4.1 Análisis del usuario

La primera tarea del análisis de requisitos va a ser la de elaborar un perfil del usuario final de la aplicación para que la interfaz sea realmente operativa y usable.

El tipo de usuario para el cual se está diseñando la interfaz se define como una persona de 60 años en adelante. Este perfil de persona no está muy familiarizado, en la mayoría de los casos, con el uso de las tecnologías y en muchos casos presenta cierto rechazo a enfrentarse a ellas. Pero, ¿Cuál es la situación real de las personas mayores en relación con el uso de las nuevas tecnologías?

4.1.1 Datos de interés

El Barómetro de Consumo 2007 [12] alerta de que las personas mayores están cada vez más alejadas de las nuevas tecnologías. Éste barómetro ha comprobado el parque de productos de última tecnología existente en España a nivel doméstico y a obtenido las siguientes conclusiones.

Casi la totalidad (92%) de los encuestados dijo que en su hogar hay al menos un teléfono móvil, uno de cada cinco (18%) que tiene un reproductor de música en formato mp3, uno de cada diez que posee una TV plana (tft, lcd o plasma), el 7% tiene un navegador GPS, y un 6% una PDA o agenda electrónica (ver Imagen 17). Todos estos aparatos tienen una penetración un poco mayor entre el público masculino, particularmente los reproductores de música en formato mp3 (lo tienen en su familia el 21% de los hombres frente al 17% de las mujeres). La edad influye mucho: el 59% de los encuestados de entre 14 y 20 años dicen que en su hogar hay un mp3, cuando la media de la población general es del 18%, y los jóvenes de 21 a 30 años responden que en su caso es el 32%.

En cualquier tema de equipamiento, el nivel económico es asunto crucial; en este no iba ser menos: los encuestados de estatus alto tienen (30%) el doble de mp3 que los del estatus medio y el triple que los del bajo, y se da unas proporciones similares cuando se trata de navegador GPS (11%, 7% y 4%) y de agenda electrónica, más conocida como PDA (10%, 6% y 3%).

Por zonas, el mayor equipamiento tecnológico personal se da en las ciudades de Barcelona y Madrid, seguidas de Canarias y País Vasco (en estas dos últimas comunidades autónomas, exceptuando la PDA, que tiene menor penetración que la media nacional). Y, en general, conforme aumenta la población de las localidades, lo hace también este equipamiento tecnológico de los hogares españoles (ver Imagen 18).

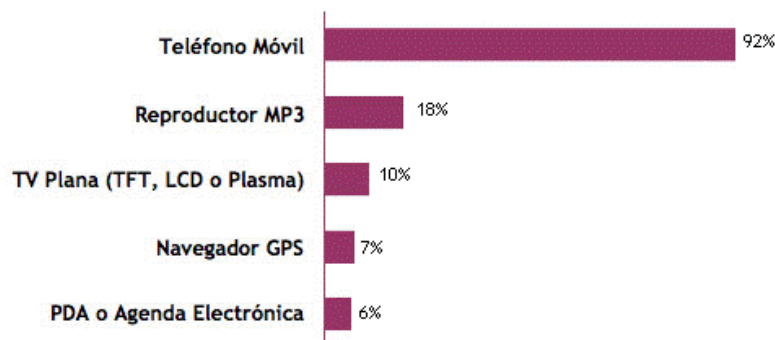


Imagen 17: Equipamiento tecnológico en el hogar

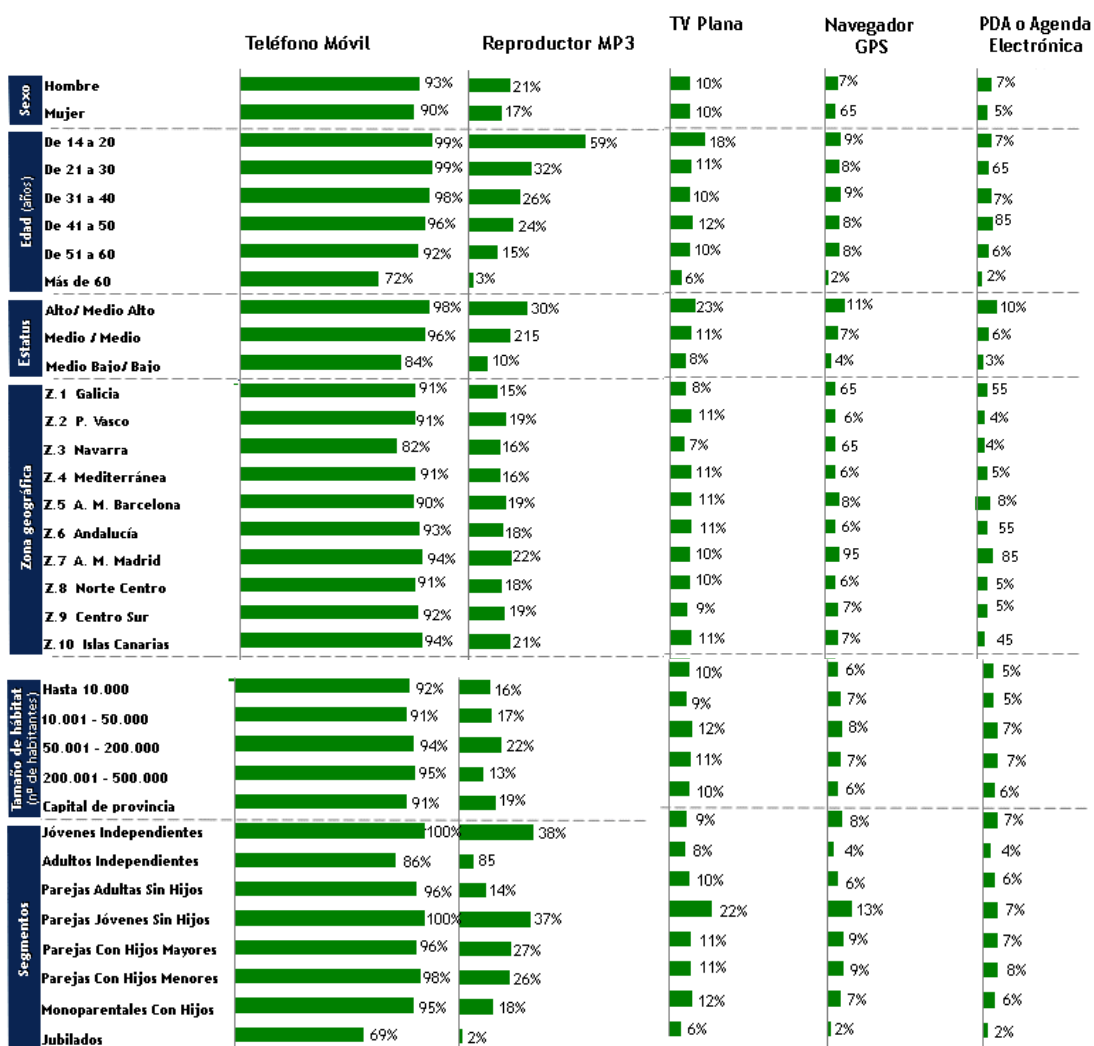


Imagen 18: Equipamiento en el hogar según segmentos

Estos datos reflejan un grave problema ya que se están desaprovechando las posibilidades de la tecnología como aliada para un colectivo formado por un gran número de personas (cada vez más) con problemas de salud y de

movilidad como son las personas mayores que, desgraciadamente, en ocasiones son además víctimas del aislamiento. Esto hace que el desarrollo de esta interfaz domótica sea algo muy importante y necesario.

4.1.2 Barreras físicas

Los problemas físicos, como la pérdida de visión, la mala audición y la pérdida de destreza en la manipulación debida a problemas articulares o motrices, se perfilan como un gran impedimento.

El desarrollo de interfaces y dispositivos fáciles de usar acordes con sus condiciones físicas es clave para que, una vez dado el paso de acercarse a la tecnología, dicho acercamiento tenga éxito. Así lo indica por ejemplo, Jacob Nielsen en un artículo suyo publicado en el 2006 titulado: “Digital Divide: The Three Stages” [13], donde señala las causas que provocan la división de la sociedad entre los que utilizan la red y los que reniegan de ella, entre ellas, destaca que la falta de usabilidad de los sitios Web puede desmoralizar a los mayores que se hayan decidido a convertirse en internautas.

4.2 Análisis de tareas

En esta sección se describirán cada una de las tareas que debería poder realizar el usuario por medio de la interfaz para que posteriormente, en la fase de diseño, utilice estas descripciones para elaborar los casos de uso que modelarán la interfaz.

La idea principal de la interfaz es que provea al usuario de la suficiente autonomía y control para llevar a cabo sus tareas cotidianas dentro de sus viviendas y del control de la gestión de éstas desde el exterior. La interfaz será interactuada a través de un dispositivo móvil tipo PDA. El tipo de tareas que el usuario podrá realizar determinará la dificultad a la hora de interactuar con la interfaz.

Sabiendo que el usuario puede cometer errores a la hora de interaccionar con el hogar, es de vital importancia que los errores que pudiera cometer no acarreen ningún tipo de consecuencia desastrosa que pudiera poner en peligro la integridad de la persona ni de la vivienda, es por esto que las tareas que se desarrollarán serán sencillas pero a la vez cotidianas, es decir, se desea que el usuario controle su hogar, no que el hogar controle al usuario.

Se ha dividido la naturaleza del hogar en tres secciones claramente diferenciadas: Confort, Energía y Seguridad. Dentro de cada uno de éstas, los sistemas domóticos actuales aglutinan una gran cantidad de funcionalidades, cada una más o menos complicada, la cuestión es ¿realmente todas estas funcionalidades van a serle útiles a una persona mayor? Por ejemplo, se podrían incluir ambientes de iluminación: calido, soleado, penumbra, romántico.

A continuación se va a mostrar en que va a consistir cada una de estas tareas, a que elementos de la casa afectará su manejo, y se darán algunas pautas para posibles ampliaciones del modelo de la interfaz.

4.2.1 Gestión del confort

El usuario gestionará desde un dispositivo móvil las siguientes funcionalidades relativas al confort en su hogar:

- **Climatización:** Disfrutar de una temperatura óptima es considerada una de las grandes necesidades en cuanto a comodidad y bienestar para una persona en su hogar. A través de esta funcionalidad, se debe permitir al usuario conocer el estado de la temperatura en cada lugar de la casa y permitirle regular las temperaturas que desee.
- **Iluminación:** Cuando una persona tiene problemas de movilidad la funcionalidad de moverse por la casa e ir apagando y encendiendo las luces es una funcionalidad ardua, al igual que si se ha olvidado

apagar alguna regresar hasta la vivienda para apagarla. La gestión de la iluminación deberá permitir al usuario controlar el estado de las luces pudiendo encenderlas y apagarlas en cualquier momento y lugar desde su dispositivo móvil.

- **Gestión de persianas:** Al igual que pasaba con la iluminación, la funcionalidad de subir y bajar persianas para una persona con problemas de movilidad, supone un gran esfuerzo. Igualmente se le permitirá al usuario ver el estado de las persianas dándole la posibilidad de subirlas y bajarlas desde su dispositivo móvil.

4.2.2 Gestión de la energía

La gestión de energía es uno de los principales objetivos de la Domótica ayudando al usuario a gestionar el consumo de su vivienda de forma eficiente permitiéndole obtener un ahorro considerable. Sin embargo, cabe matizar que si un usuario ya gestionaba correctamente la energía, prácticamente no notará la diferencia de consumo al hacer uso de una instalación domótica; en cambio, si derrochaba mucho la energía puede notar un ahorro considerable.

Se ha de tener en cuenta que la domótica no incrementa el grado de eficiencia de los aparatos o de las lámparas, sencillamente es equivalente a tener una persona en casa que se preocupa de que no queden ventanas abiertas, que la temperatura sea la optima para adquirir un compromiso entre confort y consumo, que no queden luces encendidas de forma innecesaria o que se bajen las persianas cuando hay una excesiva incidencia de la radiación solar.

El usuario desde su dispositivo móvil tendrá acceso a:

- **Gestión de ventanas abiertas:** Para esta tarea se va a requerir un sistema automatizado que compruebe en cada instante el estado de las ventanas en la casa. Se ha decidido no incluir la gestión de

estado de las ventanas debido a que un uso no adecuado podría acarrear daños y perjuicios, por lo que se podrá comprobar solo el estado.

- **Monitorización del consumo:** El usuario podrá comprobar a través de esta tarea el consumo de electricidad de su hogar. Para no crear confusión al usuario se le dará a conocer únicamente el consumo actual de todo el hogar dividido por una parte la luz y por otra el resto de electricidad.

4.2.3 Gestión de la seguridad

Un hogar domótico debe ser, también, un hogar seguro. La domótica aporta confort garantizado, a la vez que, la integridad física de los habitantes y la protección de sus bienes. Esto da lugar a que la interfaz otorgue cierta seguridad a la persona mayor, pero teniendo cuidado que las tareas que se diseñan no le perjudiquen si comete algún tipo de error. Por lo cual, las tareas como la gestión automática de puertas o ventanas y sensores de presencia, quedan en principio descartadas. Sin embargo se considera que una interfaz para el control domótico de una vivienda diseñada para personas mayores, debería centrarse más en el tema del aislamiento de los ancianos y en un futuro, podría incluir servicios de tele-asistencia médica y el uso de robótica inteligente.

Según el Instituto Nacional de Estadística [14], hay más de 130.000 personas mayores en la comunidad de Madrid que viven solos, con problemas de salud y en situación de aislamiento, esto quiere decir que ni ellos ni nadie de su entorno se habían puesto nunca en contacto con los servicios sociales

Tras analizar lo anterior se considera necesario incluir en la interfaz de control domótico algún tipo de sistema que permita al usuario comunicarse con el exterior de manera fácil y sobre todo de forma inmediata.

- **Gestión de urgencias:** Esta tarea debe permitir al usuario comunicarse con el exterior en un momento de alarma o necesidad. A través de la interfaz y usando la conectividad del dispositivo móvil desde la que se está interactuando se podrá realizar llamadas inmediatas como por ejemplo a la policía o para un servicio medico urgente.
- **Alarma:** El usuario podrá ver el estado de la alarma en cualquier instante y activarla o desactivarla.

4.3 Análisis del contenido de la interfaz

En el punto anterior se analizaron las tareas que llevan a la presentación de diferentes tipos de contenidos, en este punto, se van a considerar el formato y la estética de éstos para ser mostrados por la interfaz.

4.3.1 El dispositivo móvil de salida

El dispositivo móvil a utilizar va a ser una PDA, ya que es uno de los dispositivos móviles con mayor pantalla de interacción con el usuario y lo cual es necesario para mostrar el contenido lo más grande posible, ya que las personas mayores suelen tener problemas de visión como vista cansada, degeneración ocular, etc. Otra posibilidad sería un Tablet PC, pero supondría un estorbo para realizar otras tareas si lo que queremos es que el usuario lleve siempre consigo el dispositivo para que no se tenga que desplazar hasta un terminal dentro de su hogar y para que en el exterior lo pueda llevar con comodidad como si fuera un monedero.

4.3.2 Los contenidos y su estética

Para la realización de las tareas de confort, energía y seguridad, se necesita de una interacción intuitiva y fácil de recordar, por lo tanto lo óptimo

sería que fuera un control mediante pantallas, evitando las entradas de comandos, códigos y menús de tareas, donde el usuario introduzca cuantos menos datos posibles, mejor.

A la hora de identificar cada elemento de la interfaz, se requiere que cada uno de ellos (iconos, mensajes, textos, fotos, etc.) sean grandes y sobre todo intuitivos, de esta forma también se evitarán los problemas asociados a la memoria y al funcionamiento cognitivo. Por ejemplo, los iconos deberán ser claramente representativos, con elementos asociados a la realidad y deberán tener la suficiente resolución para que no haya dificultad en su reconocimiento.

El color es una de las múltiples características que pueden convertir a una interfaz de usuario en algo agradable, atractivo e utilizable o por el contrario hacer que esa misma interfaz no llame la atención de los usuarios, los despiste, pierda o produzca rechazos a su utilización.

Sabiendo que la interfaz se utilizará tanto de día como de noche y con diferentes grados de iluminación, se ha de tener en cuenta para que esto no afecte a la interacción con el sistema. Si se utilizan colores muy oscuros o muy brillantes pueden ocasionar molestias en la vista así como el juego de colores entre el texto y los fondos puede optimizar la tarea de leer un texto de un mensaje. Habrá que considerar que las personas mayores tienen una menor sensibilidad al color y frecuentemente necesitan un mayor nivel de brillo y que un porcentaje nada despreciable de usuarios presentan algún problema en la percepción del color, por lo que algunas de las combinaciones pueden presentar dificultades para ellos.

Se deberá informar en todo momento al usuario del estado y la situación en la que se encuentra dentro de la interfaz, así como es importante que no se generen excesivos mensajes de error para evitar asustar al usuario o darle lugar a incertidumbre respecto a lo que este haciendo.

4.3.3 Asociación de contenidos

En el apartado anterior se ha mencionado que los iconos deben asociarse a la realidad para que puedan identificarse de la mejor forma posible. Esta misma filosofía se va a seguir a la hora de identificar los elementos de la casa. Se requiere que para que el usuario sienta que realmente tiene el control de los sucesos que están pasando en su hogar y sobretodo, sepa en todo momento la situación de todos ellos, es necesario un diseño totalmente personalizado de su vivienda.

En la mayoría de las interfaces de control domótico, los elementos del hogar (como luces, persianas, electrodomésticos, etc.) se presentan como una mera lista de objetos con un estado y un nombre identificativos. En este desarrollo y con el fin de presentar una interfaz más sencilla, se necesita que se represente el plano real de la casa para así ubicar en él todos los elementos. Este plano no debe ser excesivamente detallado para así evitar confusiones y exceso de información, sino que simplemente deberá contener los típicos elementos identificativos de cada habitación (en los dormitorios, camas, en el salón, mesas y sofás, etc.) así como puertas, ventanas, tabiques, etc. Para que el usuario esté ubicado en el plano, será necesario que se represente la orientación real de la casa.

Un aspecto que se requiere cuidar al máximo es la asociación por colores de las tareas, ya que será de gran ayuda a la hora de memorizar e identificar cada una de ellas. Para ello se pretende que la interfaz siga un modelo mental para que el usuario pueda entender mejor el trabajo que está realizando, como por ejemplo asociar el amarillo a la iluminación.

4.4 El entorno del sistema

La interfaz será operada a través de un dispositivo móvil estilo PDA usando su pantalla táctil. Estos dispositivos suelen traer consigo punteros que hacen que sea más precisa la interacción cuando los objetos son pequeños,

pero esta interfaz podrá ser manipulada usando un dedo debido a que estará diseñada para personas mayores y por lo tanto se utilizará simbología grande y clara.

Incorporar la interfaz en un dispositivo móvil posibilita al usuario a acceder al sistema desde cualquier lugar y a poder llevar el terminal siempre consigo debido a su reducido tamaño, lo que evita tenerle que hacer ir hasta un punto de acceso para realizar las gestiones de sus viviendas. Sabiendo los problemas de movilidad que sufren las personas mayores, esto les da una gran ayuda y comodidad.

El dispositivo móvil debe tener al menos los requisitos hardware recomendados para el sistema operativo *Windows® Pocket PC 2003 Second Edition (WinCE 4.21)* ya que deberá tener instalado dicho sistema operativo o una versión superior. Por ello se desarrollará la aplicación en el lenguaje de programación C#, ya que es uno de los lenguajes más potentes en la actualidad para plataformas *Windows® Mobile*.

Los dispositivos móviles llamados PocketPC que incluyen este tipo de sistema operativo pre-instalado deben de:

- Ejecutar el sistema operativo Microsoft Windows CE o Windows Mobile (versión PocketPC)
- Tener un conjunto de aplicaciones en ROM
- Incluir una pantalla sensible al tacto
- Incluir un dispositivo apuntador, llamado stylus o estilete
- Incluir un conjunto de botones de hardware para activar aplicaciones
- Estar basado en un procesador compatible con el StrongARM (los Pocket PCs más antiguos tienen un procesador MIPS o SH3)

Este dispositivo móvil deberá de tener conexión WiFi (aunque no es obligatorio ya que valdría con solo la conectividad 3G), para cuando el usuario se encuentre en la vivienda, y también deberá disponer de una conexión 3G

(UMTS) que la aplicación usará desde el exterior para el control del sistema domótico (ver Imagen 19).

El sistema domótico de cada vivienda debe disponer de conexión a Internet ADSL para que se pueda acceder al sistema desde cualquier lugar. Cada vivienda deberá de tener acceso WiFi si se quieren reducir las conexiones a través de 3G cuando se interactúa con el sistema dentro del hogar.

Para evitar que el usuario tenga que introducir datos (en el análisis de requisitos anterior se expuso que se debía evitar) la autenticación con el sistema se podría realizar usando la SIM del dispositivo móvil.

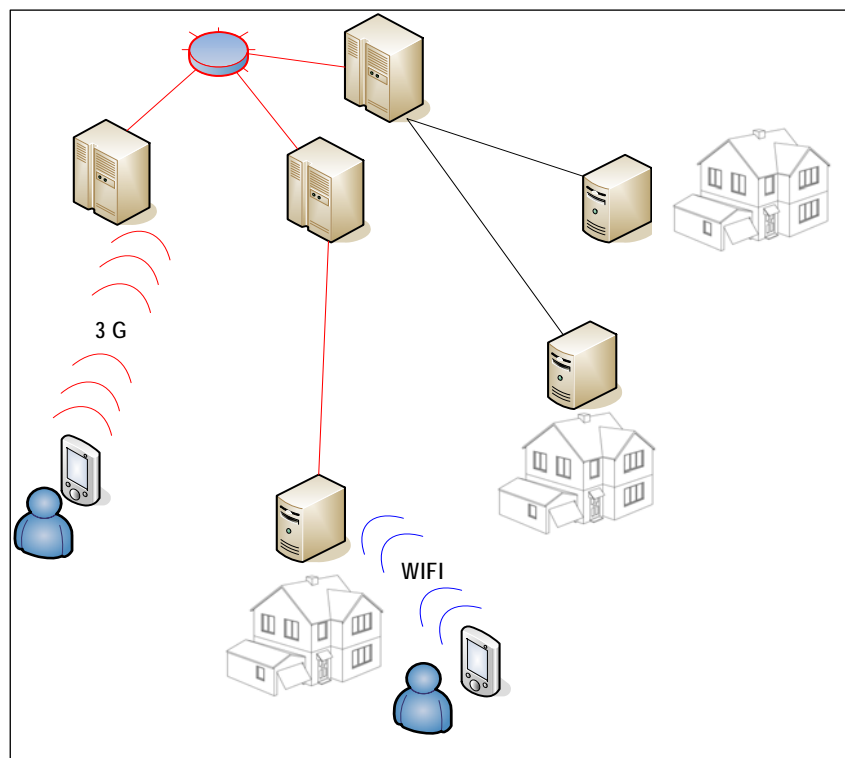


Imagen 19: Entorno del sistema

4.5 Definición de los requisitos

A través de los análisis que se han realizado se va a obtener una lista de todos los requisitos (ver tabla 6, 7, 8 y 9) de forma enumerada con el fin de poder realizar un seguimiento de la forma más óptima.

4.5.1 Requisitos funcionales

ID	Descripción
RF1	Las diferentes tareas que se podrán realizar a través de la aplicación estarán divididas en secciones claramente diferenciadas. Gestión de Confort (Iluminación, Climatización y Persianas), Gestión de energía (Ventanas abiertas y consumo) y Gestión de la Seguridad (Llamada de emergencia y alarma).
RF2	La información ha de ser ofrecida de forma redundante y en los tamaños u tonos adecuados.
RF3	La interfaz debe ser sencilla, las alternativas que se presenten deben ser limitadas, debe ofrecer al usuario una sensación de control y evitar que éste cometa errores en su uso.
RF4	Para realizar cualquier tarea a través de la interfaz debe de realizarse el menor numero de movimientos posibles en un dispositivo táctil.
RF5	La interfaz debe presentar la situación y estado de los distintos elementos de la casa mediante un plano sencillo. Esto ayudará al usuario a identificar cada objeto que manipula.
RF6	La interfaz debe de contener un modulo para la gestión de la temperatura de las diferentes partes de una vivienda
RF7	La interfaz debe de contener un módulo para gestionar y controlar las luces de una vivienda.
RF8	La interfaz debe contener un módulo para la gestión de persianas.
RF9	Por medio de la interfaz, el usuario puede ver el consumo de su vivienda en cada momento.
RF10	La interfaz permitirá al usuario comunicarse con el exterior, de forma que si se produjera alguna situación de emergencia, el usuario pueda pedir ayuda de una forma sencilla y clara sin tener que recordar ningún nombre ni número.
RF11	La aplicación debe detectar que ventanas hay abiertas en la vivienda para ayudar al ahorro energético.

RF12	La interfaz debe permitir, ver el estado, activar y desactivar la alarma de la vivienda.
RF14	El usuario debe saber siempre donde se encuentra en cada momento, por lo que la interfaz debe informar de ello.
RF15	Las diferentes pantallas de la interfaz deben de disponer de opciones de ayuda para el usuario para guiarle en caso de duda o incertidumbre en la gestión de las tareas del sistema domótico.
RF16	Debido a que el usuario es poco experimentado la interfaz no podrá ser configurable.
RF17	Se requiere por seguridad que los distintos errores que se pudieran cometer utilizando la interfaz, no desencadenen ninguna consecuencia que pusiera en peligro la integridad de los habitantes de la vivienda.
RF18	Los iconos de la interfaz deben ser representativos de la realidad para ayudar al usuario a la hora de identificar las funcionalidades, como por ejemplo asociar una bombilla a la gestión de la iluminación.
RF19	El texto asociado a los iconos debe de ser activo y realizar la misma acción que el icono al ser tocado.
RF20	La aplicación debe iniciarse automáticamente al encenderse el dispositivo móvil (tras la carga del sistema operativo).

Tabla 5: Requisitos funcionales

4.5.2 Requisitos de datos

ID	Descripción
RD1	En los textos se deben evitar tecnicismos y expresiones en otros idiomas.
RD2	Las imágenes deben ser descriptivas, formales pequeñas y en formato PNG (Portable Network Graphic).
RD3	El texto de la interfaz deberá tener un tamaño adecuado para la lectura del anciano, así como la selección de colores del texto debe ir acorde con la del fondo, para que la tarea no canse ni fuerce la vista. Se deben evitar los tipos de letra que puedan impedir la normal comprensión de textos.

RD4	La codificación va a ser ASCII.
RD5	Debe haber contraste de colores entre los diferentes datos mostrados

Tabla 6: Requisitos de datos

4.5.3 Requisitos de entorno

ID	Descripción
RE1	La aplicación será ejecutada en un dispositivo móvil estilo PDA con amplia pantalla táctil y que soporte la versión del sistema operativo <i>Windows® Pocket PC 2003 Second Edition (WinCE 4.21)</i> o una superior.
RE2	El sistema operativo será <i>Windows® Pocket PC 2003 Second Edition (WinCE 4.21)</i> o una versión superior.
RE3	La aplicación va a ser desarrollada en C#.
RE4	El dispositivo móvil tendrá conexión 3G y opcionalmente WiFi.
RE5	Las viviendas tendrán conexión ADSL y opcionalmente acceso por WiFi.
RE6	El sistema domótico de cada vivienda estará conectado a una línea ADSL.

Tabla 7: Requisitos de entorno

4.5.4 Requisitos de usabilidad

ID	Descripción
RU1	El sistema deberá tener manual de instrucciones específico de acuerdo al modelo y marca del terminal móvil sobre el que se instale la aplicación. Estará enfocado a personas mayores, es decir, se evitarán los tecnicismos y se incluirá textos con letra grande e imágenes. Deberá hacer especial hincapié en las acciones a realizar para el apagado/encendido del terminal y el bloqueo/desbloqueo de la pantalla.

RU2	El sistema deberá tener una interfaz intuitiva y de fácil aprendizaje.
RU3	Debido a que se interactuará con la interfaz mediante una pantalla táctil, es importante que los botones y controles tengan el tamaño para poder ser preferiblemente seleccionados con el dedo o sino poder ser seleccionados muy bien con el estilete (puntero).
RU4	El uso del color no debe ser únicamente estético sino que también debe ayudar a relacionar tareas y funcionalidades de la mejor forma, por ejemplo, elaborando modelos mentales de aprendizaje, relacionando las tareas y submenús mediante colores.
RU5	Ya que la interfaz se utilizará con distintos grados de iluminación es necesario que se seleccionen colores agradables que no fuercen ni dañen la vista.
RU6	Sabiendo que el usuario puede tener problemas de agudeza y amplitud visual, se requiere que los iconos de la interfaz sean lo suficientemente grandes para poder identificarlos sin ninguna dificultad.
RU7	La navegación debe permitir la interacción con el mayor número de elementos posible, es decir, si hay un texto o imagen asociado a un icono, pulsar en el texto conllevará a la misma acción que con el icono asociado.
RU8	Los elementos emergentes deben de ser fácilmente cerrados desde un icono indicativo para ello y desde cualquier otro punto de la interfaz.

Tabla 8: Requisitos de usabilidad

5 DISEÑO DE LA INTERFAZ DE CONTROL DOMOTICO

Tras el análisis de requisitos de la interfaz, se han identificado con detalle todas las tareas (objetos o acciones) que requiere el usuario final, por lo que se pasará a la fase del diseño de la interfaz. Esta etapa, como todo el diseño de la ingeniería del software es un proceso iterativo. Cada paso del diseño de la interfaz se da varias veces, y en cada uno de ellos se elabora y refina información desarrollada en los pasos anteriores. Aunque existen multitud de modelos de ingeniería del software para el diseño de la interfaz de usuario, todos sugieren alguna combinación de los siguientes pasos:

1. Se definirán los objetos y acciones de la interfaz con base a la información extraída durante el análisis.
2. Se definirán eventos (acciones del usuario) que cambian el estado de la interfaz. Se modelará este comportamiento.
3. Se representará cada estado de la interfaz tal como lo verá el usuario. Esto se representará mediante prototipos de bajo nivel.
4. Se indicará cómo interpreta el usuario el estado del sistema a partir de la información proporcionada por la interfaz.

Para la definición de los objetos, eventos y acciones se elaboraron los casos de uso de cada tarea con el fin de desglosar toda la información y posteriormente, elaborar una lista de objetos y acciones.

A continuación, se muestran los casos de uso de cada tarea. En cada una de ellas se definirán los actores involucrados, las condiciones previas que deben existir antes de comenzar la tarea, las funciones principales que realiza el actor, el escenario, etc.

5.1 Selector de vivienda

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos al selector de vivienda.

Caso de uso	Selector
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Seleccionar la vivienda a gestionar
Condiciones previas	Aplicación totalmente cargada
Activador	El usuario enciende el dispositivo móvil

Tabla 9: Especificación funcional cargador vivienda

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.

Diagrama de caso de uso:

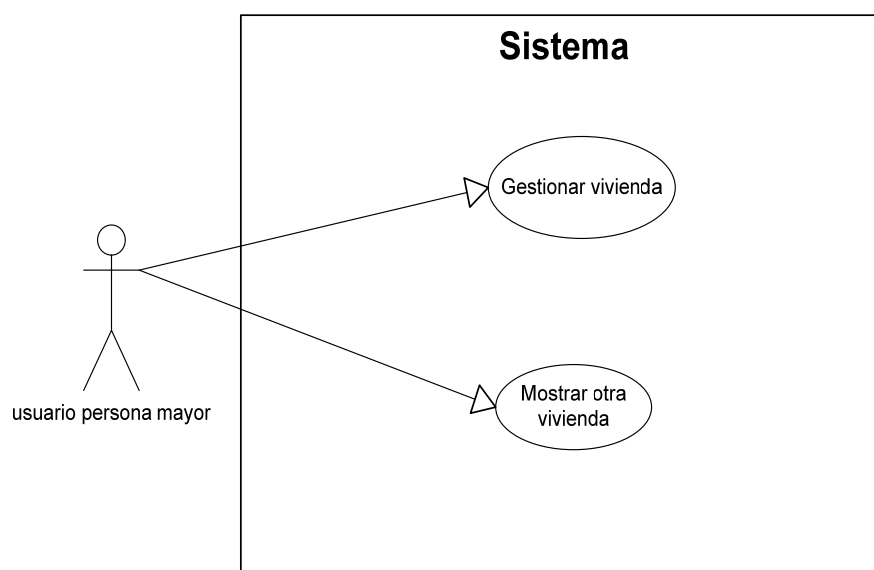


Imagen 20: Caso de uso gestión selector vivienda

5.2 Menú principal

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos al menú principal.

Caso de uso	Menú Principal
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Gestionar el sistema domótico de la vivienda seleccionada o pasar a seleccionar otra.
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Aplicación totalmente cargada• Haber seleccionado una vivienda
Activador	El usuario selecciona un hogar

Tabla 10: Especificación funcional menú principal

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario gestiona la climatización/energía/seguridad del hogar.

Diagrama de caso de uso:

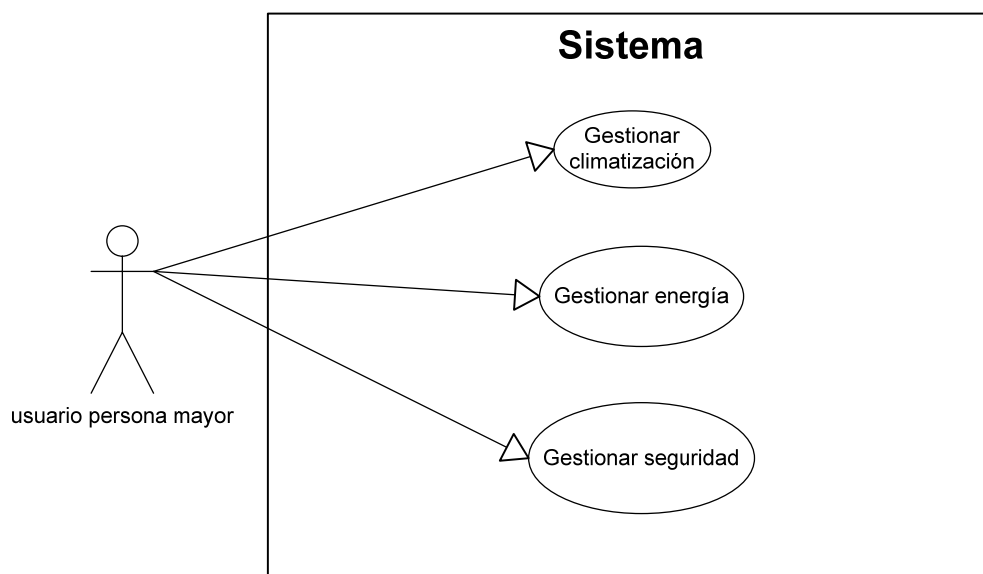


Imagen 21: Caso de uso gestión menú principal

5.2.1 Gestión de confort

La gestión de confort se dividirá en tres módulos claramente diferenciados donde el usuario podrá gestionar la iluminación de su vivienda, la climatización y las persianas.

5.2.1.1 Gestión de la iluminación

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos a la gestión de la iluminación.

Caso de uso	Iluminación
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Gestionar todo el estado de la luces del hogar
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Haber seleccionado previamente una vivienda• Haber seleccionado gestión de confort
Activador	El usuario, dentro del menú confort, selecciona Iluminación.

Tabla 11: Especificación funcional iluminación

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario pulsa gestión de confort.
- El usuario pulsa iluminación.
- El usuario puede comprobar el estado de cada una de las luces.
- El usuario, tocando cualquier luz puede cambiar su estado.

Diagrama de caso de uso:

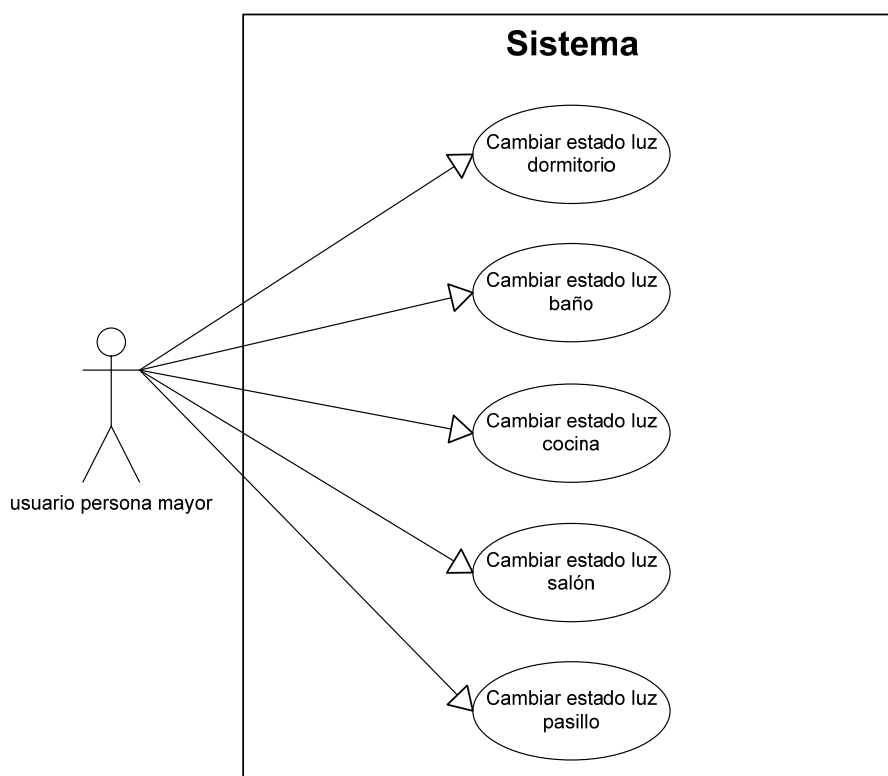


Imagen 22: Caso de uso gestión iluminación

5.2.1.2 Gestión de la climatización

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos a la gestión de la climatización.

Caso de uso	Climatización
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Gestionar el estado de la temperatura en los diferentes lugares del hogar
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Haber seleccionado previamente una vivienda• Haber seleccionado gestión de confort
Activador	<ul style="list-style-type: none">• El usuario, dentro del menú confort, selecciona Iluminación y comprueba cada habitación.• Tocando en la habitación que desee, se despliega un panel para regular la temperatura de dicha habitación.

- Con los botones +/- aumenta/disminuye la temperatura de la habitación seleccionada.

Tabla 12: Gestión de la climatización

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario pulsa gestión de confort.
- El usuario pulsa climatización.
- El usuario, tocando en la habitación que desee modificar, accede al panel de temperatura para gestionarla.
- El usuario, tocando en los botones + / - aumentara o disminuirá la temperatura de la habitación.

Diagrama de caso de uso:

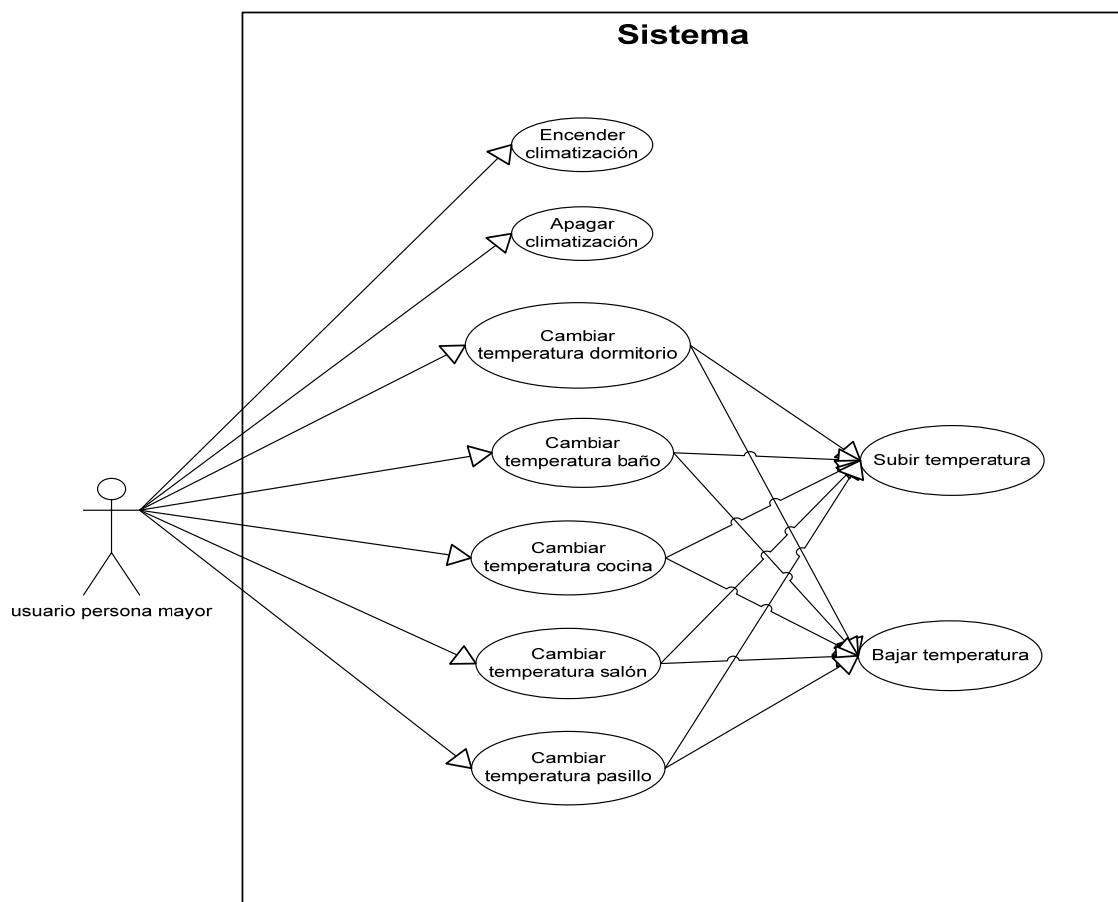


Imagen 23: Caso de uso gestión climatización

5.2.1.3 Gestión de las persianas

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos a la gestión de las persianas.

Caso de uso	Persianas
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Gestionar el estado de las persianas del hogar
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Haber seleccionado previamente una vivienda• Haber seleccionado gestión de confort
Activador	<ul style="list-style-type: none">• El usuario, dentro del menú confort, selecciona Persianas y comprueba cada zona de persianas de cada habitación.• Tocando en la zona de persianas que desee, se despliega un panel para su regulación.• En el panel se mostrarán las opciones que puede realizar según el estado de la zona de persianas seleccionada: Abierta (se podrá cerrar a la mitad o cerrar completamente), Medio abierta (se podrá abrir del todo o cerrar completamente) o Cerrada (se podrá abrir a la mitad o del todo).

Tabla 13: Gestión de las persianas

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario pulsa gestión de confort.
- El usuario pulsa persianas.
- El usuario, tocando en la zona de persianas que desee modificar y accede al panel para gestionarla.
- El usuario, podrá a través del panel de gestión abrir o cerrar la persiana por completo o a mitad.

Diagrama de caso de uso:



Imagen 24: Caso de uso gestión persianas

5.2.2 Gestión de la energía

La gestión de la energía se dividirá en dos módulos claramente diferenciados donde el usuario podrá ver el consumo eléctrico en tiempo real de su vivienda y las ventanas que se ha dejado abiertas.

5.2.2.1 Gestión del consumo eléctrico

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos a la gestión del consumo eléctrico.

Caso de uso	Consumo energético
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Comprobar en tiempo real el consumo de luz y resto del consumo eléctrico del hogar
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Haber seleccionado previamente una vivienda• Haber seleccionado gestión de energía
Activador	<ul style="list-style-type: none">• El usuario, dentro del menú gestión de energía selecciona el icono de consumo eléctrico.

Tabla 14: gestión del consumo eléctrico

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario pulsa gestión de energía.
- El usuario pulsa consumo de energía.

Diagrama de caso de uso:

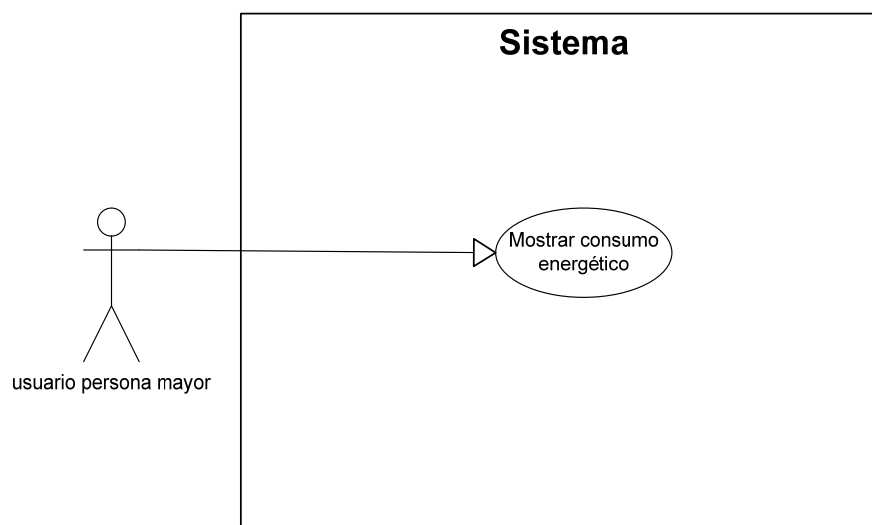


Imagen 25: Caso de uso gestión consumo energético

5.2.2.2 Gestión de las ventanas abiertas

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos a la gestión de las ventanas abiertas.

Caso de uso	Ventanas abiertas
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Comprobar en tiempo real el estado de las ventanas
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Haber seleccionado previamente una vivienda• Haber seleccionado gestión de energía
Activador	<ul style="list-style-type: none">• El usuario, dentro del menú gestión de energía selecciona el icono de ventanas abiertas.

Tabla 15: gestión de las ventanas abiertas

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario pulsa gestión de energía.
- El usuario pulsa ventanas abiertas

Diagrama de caso de uso:

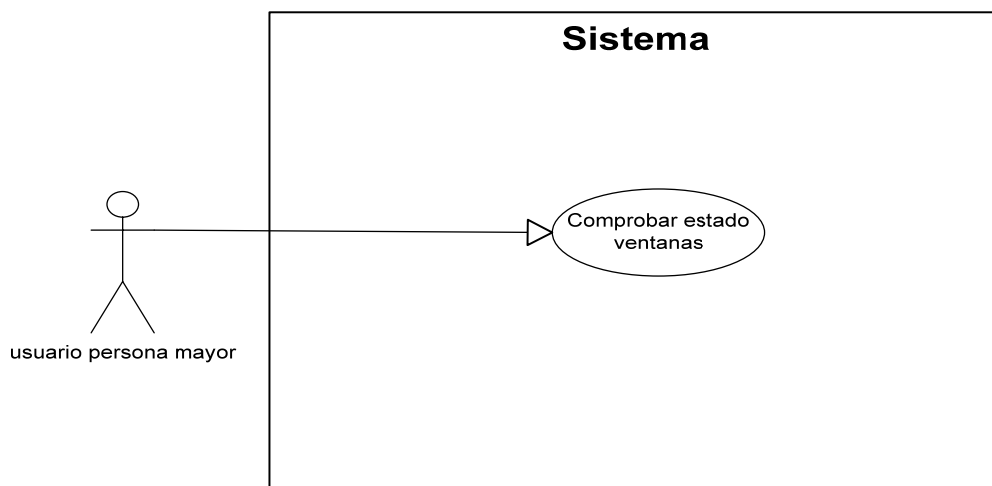


Imagen 26: Caso de uso gestión ventanas abiertas

5.2.3 Gestión de la seguridad

La gestión de la energía se dividirá en dos módulos claramente diferenciados donde el usuario podrá llamar a los servicios de emergencia y otro donde podrá gestionar la alarma del hogar.

5.2.3.1 Gestión de los servicios de emergencia

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos a la gestión de la llamada de emergencia.

Caso de uso	Emergencias
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Permitir comunicarse al usuario con los servicios de emergencia.
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Haber seleccionado previamente una vivienda• Haber seleccionado gestión de la seguridad
Activador	<ul style="list-style-type: none">• El usuario, dentro del menú gestión de la seguridad selecciona el icono de los servicios de emergencias SOS.

Tabla 16: Gestión de la llamada de emergencia

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.
- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario pulsa gestión de la seguridad.
- El usuario pulsa SOS Emergencias

Diagrama de caso de uso:

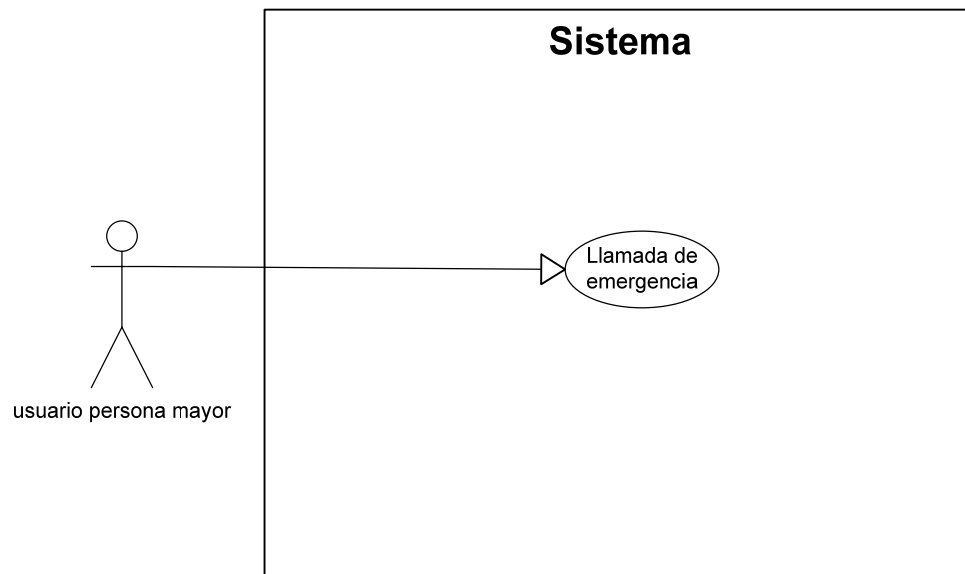


Imagen 27: Llamada de emergencia

5.2.3.2 Gestión de la alarma

Se mostrarán a continuación la tabla con las especificaciones funcionales, los posibles escenarios y el diagrama de casos de uso relativos a la gestión de la alarma del hogar.

Caso de uso	Emergencias
Actor primario	Propietario persona mayor
Meta en el contexto	Gestionar el estado de la alarma del hogar.
Condiciones previas	<ul style="list-style-type: none">• Haber seleccionado previamente una vivienda• Haber seleccionado gestión de la seguridad
Activador	<ul style="list-style-type: none">• El usuario, dentro del menú gestión de la seguridad selecciona el icono de la alarma.

Tabla 17: gestión de la alarma

Escenario:

- El usuario enciende el dispositivo móvil.

- Se carga la aplicación.
- El usuario selecciona el hogar que desea gestionar.
- El usuario pulsa gestión de la seguridad.
- El usuario pulsa alarma
- El usuario puede activar/desactivar la alarma

Excepciones:

- No existen excepciones asociadas a esta tarea.

Diagrama de caso de uso:

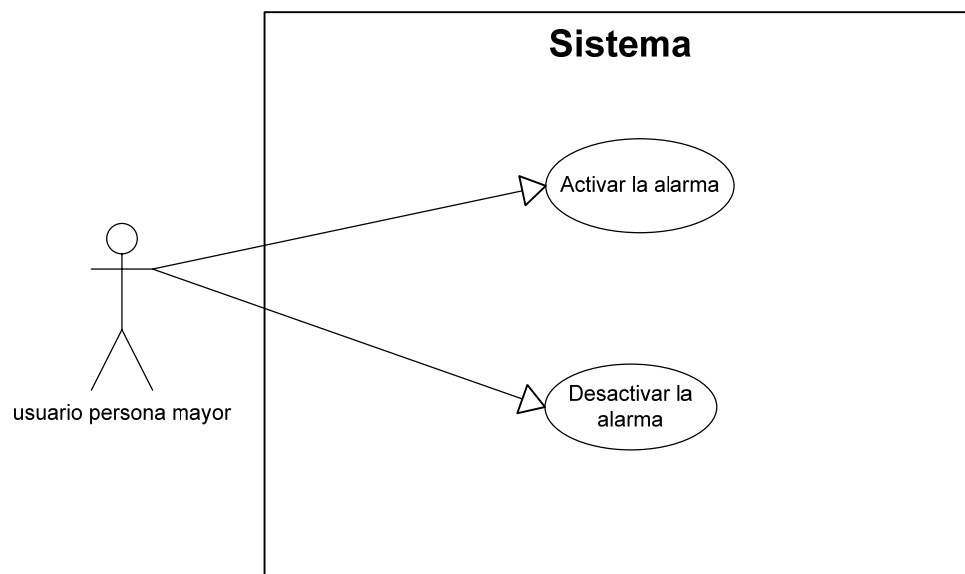


Imagen 28: Caso de uso gestión de la alarma

6 ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO FINAL

Las especificaciones para el diseño final de la interfaz se han obtenido a partir de preguntas-respuestas informales y feedback usando los prototipos de bajo nivel (ver ANEXO A) con personas mayores de 60 años. Veinte personas fueron elegidas de forma aleatoria en un Centro de Mayores (C/Embajadores 32, Madrid) para obtener las siguientes especificaciones para el proyecto:

- **Identificador de vivienda:** En el diseño inicial se utiliza la calle y numero de cada vivienda. Se ha probado a utilizar nombres elegidos por la persona que lo utiliza, lo cual daría mas amplitud a la pantalla de selección de vivienda al ser nombres más cortos que una dirección postal, pero al momento de volver a utilizar la aplicación se ha obtenido algún problema de decisión por parte de los encuestados al no estar seguros de a que vivienda se refiere el nombre que habían puesto ellos mismos (asociado a perdida de memoria). Por lo que se decide utilizar finalmente el nombre de la calle, numero y piso (si procede), lo cual a dado resultados totalmente satisfactorios para viviendas en las que el usuario llevaba viviendo varios años.
- **Menú principal - regresar al selector de vivienda:** En el prototipo de bajo nivel (ver prototipos de bajo nivel en el Anexo A) se había diseñado un botón específico para volver al selector de vivienda que se encontraba entre el botón para cerrar la aplicación y el de ayuda, el cual venia reflejada por dos casas. Tras analizar las diferentes respuestas a la interacción realizada por las personas mayores se ha decidido eliminar el botón para cerrar la aplicación en el menú principal y cambiar el botón específico por el más asociativo para volver atrás. La eliminación del botón para cerrar vino dada a que ese botón solo esta destinado para las personas mayores que ya han interactuado con dispositivos móviles anteriormente y desean cerrar la aplicación para utilizar el dispositivo móvil para otros usos aparte de la aplicación domótica, por lo tanto con una aparición en el selector de vivienda se considera suficiente y así se consigue mayor espacio en la pantalla del menú principal. El cambio de

icono para volver al selector de vivienda se llevo a cabo debido a las reiteradas consultas a la ayuda para identificar como volver al selector de vivienda. Tras realizar estos cambios se consiguió la interacción que se esperaba por parte del usuario.

- **Identificador de ayuda:** El botón de ayuda consiste en un botón de color azulado con la palabra ayuda en su interior (ver prototipos de bajo nivel en el Anexo A). Con este sistema se han obtenido respuestas totalmente satisfactorias en cuanto a la necesidad del usuario de pedir ayuda en la aplicación. Debido a la necesidad de optimización de espacio en la interfaz, se ha pensado resumir la palabra ayuda a la letra i latina, haciendo referencia a información de ayuda, y a la vez con el icono totalmente azulado típico de paneles de ayuda. Tras mostrar prototipos de bajo nivel con este cambio y preguntar que harían si necesitan ayuda en ese momento en la aplicación, se obtuvieron respuestas totalmente satisfactorias. Tras esto se decide implementar para el prototipo de alto nivel el botón de ayuda con solo una i latina en su interior como información escrita.
- **Panel de ayuda - funcionalidad:** Superponiendo el prototipo de bajo nivel del panel de ayuda sobre otro panel de la aplicación y viendo las reacciones de las personas al intentar salir de la pantalla de ayuda se obtuvo la siguiente información:
 - Alrededor del 50% utilizan el botón rojo con la x en el mismo panel de ayuda para cerrarlo.
 - Un aproximado 30% pulsa en la misma pantalla de ayuda intentando decir que la pantalla de ayuda desaparezca.
 - Un 20% aproximadamente pulsa fuera de la pantalla de ayuda queriendo decir que quiere volver a esa pantalla y que la de ayuda desaparezca.

Tras ver los comportamientos emergentes se ha decidido que el panel de ayuda tiene que tener un botón específico para ser cerrado aunque ésta se podrá cerrar pulsando cualquier lugar de la pantalla.

- **Plano con zonas con/sin luz o solo icono:** Primeramente se mostraron los iconos del prototipo de bajo nivel de luz encendida y apagada, y los usuarios los distinguieron correctamente. Una vez puestos sobre un plano se obtuvieron muchas veces esta respuesta:

- ¿Pero cómo sé que no me e dejado alguna luz encendida?

Por lo que se decidió oscurecer las habitaciones que tenían la luz apagada, eliminando la pregunta anterior del usuario y obteniendo la interacción que se esperaba.

- **Climatización:** Sobre el prototipo de bajo nivel de la climatización se apreció que ésta podría ser gestionada con menos detalles sobre la interfaz, lo que aceleraría el proceso de su implementación. Para corroborar que una persona mayor llevaría a cabo la gestión de la climatización con una interfaz aún mas simple que la propuesta en el prototipo de bajo nivel se realizaron la siguiente prueba con las personas mayores:

Al gestionar la climatización pulsaban sobre una zona del plano de su hogar y a continuación se les mostraba un panel emergente con solo un botón para subir la temperatura y otro para bajarla. Problemas encontrados:

- El usuario pulsa entre 2 zonas y no sabe realmente cual esta regulando.

- Una vez ajusta la temperatura para fijarla no sabe muy bien como hacerlo y busca algo para aceptar el cambio; al no encontrar nada prueban pulsando en la misma zona u otra.

Tras el previo análisis se decide que para el diseño final haya:

- Indicación sobre el mapa de zona que se esta gestionando.
- Nombre de la zona a gestionar en el panel emergente donde se cambia la temperatura de la zona seleccionada.
- Para fijar la temperatura y cerrar el panel emergente habrá un botón específico, aunque esto se podrá realizar también pulsando cualquier lugar de la pantalla que no sea los controles para subir y bajar la temperatura.
- **Dispositivo sin cobertura:** Esta pantalla aparecerá cuando el dispositivo móvil se encuentre sin conexión Wi-Fi accesible y sin conexión 3G accesible. Viendo el comportamiento de los usuarios al ver el prototipo de bajo nivel se han obtenido respuestas como:
 - Comentario frecuente: No hay cobertura, ¿Y ahora que pasa?
 - Pulsar directamente la pantalla tras leer no hay cobertura y no darle importancia a dicha pantalla queriendo seguir gestionando su vivienda.

Al obtener estos resultados en la interacción, se ha decidido que esta pantalla debe indicar explícitamente que no se puede gestionar la vivienda cuando no se dispone de cobertura. Y para ayudar al usuario a saber cuando se ha restablecido la conexión con el sistema se mantendrá esta pantalla hasta que se restablezca.

7 IMPLEMENTACIÓN

7.1 Plataforma

Para la realización de este proyecto se ha utilizado el lenguaje de programación C# con el entorno de desarrollo Visual Studio .NET. A continuación se analizarán las principales características que definen este lenguaje de programación y por las cuales este ha sido el entorno de desarrollo elegido para la implementación de la interfaz de control domótico.

7.1.1 Problemas en la elección

Uno de los grandes problemas con el que se encontró el ingeniero fue encontrar para qué dispositivos móviles específicamente diseñar la interfaz y en qué lenguaje se podría diseñar para que luego fuera altamente acoplable al código de gestión interno del sistema domótico de la vivienda.

Primeramente se intentó desarrollar con Java para dispositivos móviles que lo único que tenían que tener instalado era el MIDP 2.0 para aplicaciones java, se consiguió crear una mini aplicación que se puso a funcionar en un móvil, pero era muy limitado y no estaba pensado para dispositivos totalmente táctiles lo que limitaba mucho el diseño de la interfaz. Por ello se decidió limitar la cantidad de dispositivos móviles que la podrían incorporar usando el paquete CDC para Java que aporta mucho más potencial para desarrollar aplicaciones para los dispositivos móviles, pero se vio que esta tecnología no la llevan casi ninguna PDA, que al fin y al cabo es lo que interesa para este proyecto, ya que una persona mayor necesita como mínimo la pantalla de una PDA para poder gestionar algo visualmente y de forma táctil, por lo que se empezó a ver como desarrollarla para PocketPC de Microsoft que sería mucho más comercial.

Se empezó a implementar algunas primeras pantallas en Visual Basic, pero se decidió que para la integración con el sistema domótico sería mucho mejor C# ya que es mucho más potente (Para el entorno de desarrollo

PocketPC los lenguajes disponibles son Visual Basic y C# desde el entorno de desarrollo integrado Visual Studio).

7.1.2 Características de C#

- Sencillez de uso

C# elimina muchos elementos añadidos por otros lenguajes y que facilitan su uso y comprensión, como por ejemplo ficheros de cabecera, o ficheros fuentes IDL. Es por ello que se dice que C# es autocontenido. Además, no se incorporan al lenguaje elementos poco útiles, como por ejemplo macros, herencia múltiple u operadores diferentes al operador de acceso a métodos (operador punto) para acceder a miembros de espacios de nombres.

- Modernidad

Al ser C# un lenguaje de última generación, incorpora elementos que se ha demostrado a lo largo del tiempo que son muy útiles para el programador, como tipos decimales o booleanos, string, así como instrucciones que permitan recorrer colecciones con facilidad (foreach...)

- Orientado a objetos

C# como lenguaje de última generación, y de propósito general, es orientado a objetos. C# no permite la inclusión de funciones ni variables globales que no estén incluidos en una definición de tipos, por lo que la orientación a objetos es más pura y clara que en otros lenguajes como C++. Además, C# soporta todas las características del paradigma de la programación orientada a objetos, como son la abstracción, la herencia y el polimorfismo.

- Orientado a componentes

La propia sintaxis de C# incluye elementos propios del diseño de componentes que otros lenguajes tienen que simular. La sintaxis de C# incluye por ejemplo formas de definir propiedades, eventos o atributos.

- Recolección de basura

Todo lenguaje incluido en la plataforma .NET tiene a su disposición el recolector de basura del CLR. Esto implica que no es necesario incluir instrucciones de liberación de memoria en el lenguaje.

- Seguridad de tipos

C# incluye mecanismos de control de acceso a tipos de datos, lo que garantiza que no se produzcan errores difíciles de detectar como un acceso memoria de ningún objeto, por ejemplo. Para ello, el lenguaje provee de una serie de normas de sintaxis, como por ejemplo no realizar conversiones entre tipos que no sean compatibles. Además, no se pueden usar variables no inicializadas previamente, y en el acceso a tablas se hace una comprobación de rangos para que no se excedan ninguno de los índices de la misma. Se puede controlar así mismo los desbordamientos en operaciones aritméticas, produciéndose excepciones cuando se produzcan.

- Instrucciones seguras

Para evitar errores comunes como se producían programando en otros lenguajes, en C# se han impuesto una serie de restricciones en el uso de instrucciones de control mas comunes. Por ejemplo, la evaluación de toda condición ha de ser una expresión condicional y no aritmética, como ocurría por ejemplo en C o en C++. Así se evitan errores por confusión del operador igualdad con el de asignación. Otra restricción que se impone en la instrucción de selección switch, imponiendo que toda selectora de la instrucción finalice con una instrucción break o goto que indique cual es la siguiente acción a realizar.

- Unificación de tipos

En C# todos los tipos derivan de una superclase común llamada System.Object, por lo que automáticamente heredaran todos los miembros definidos en esta clase. Es decir, son objetos.

- Extensión de los operadores básicos

Para facilitar la legibilidad de código y conseguir que los nuevos tipos de datos que se definan a través de las estructuras estén al mismo nivel que los elementos predefinidos en el lenguaje, al igual que C++ pero a diferencia de Java, C# permite redefinir el significado de la mayoría de los operadores (incluidos el de la conversión) cuando se apliquen a diferentes tipos de objetos.

Las redefiniciones de operadores se hacen de manera inteligente, de modo que a partir de una única definición de los operadores ++ y - el compilador puede deducir automáticamente como ejecutarlos de manera prefija y postfija. Definiendo operadores simples como la suma, el compilador deduce como aplicar la versión de asignación compuesta (+=). Además, para asegurar la consistencia, el compilador exige que los operadores con opuesto (como por ejemplo el operador igualdad == y su opuesto !=) siempre se redefinan por parejas.

- Extensión de modificadores

C# ofrece, a través de los atributos, la posibilidad de añadir a los metadatos del modulo resultante de la compilación de cualquier fuente información adicional a la generada por el compilador que luego podrá ser consultada en tiempo de ejecución a través de la biblioteca de reflexión de .NET.

- Eficiente

En C#, todo el código incluye numerosas restricciones para garantizar su seguridad, no permitiendo el uso de punteros. Sin embargo, y a diferencia de Java, existen modificadores para saltarse esta restricción, pudiendo manipular objetos a través de punteros. Para ello basta identificar regiones de código con el identificador unsafe, y podrán usarse en ellas punteros de forma similar a como se hace en C++. Esta característica puede resultar de utilidad en situaciones en las que se necesite gran velocidad de procesamiento.

- Compatible

Para facilitar la migración de programadores de C++ o Java a C#, no solo se mantiene una sintaxis muy similar a la de los dos anteriores lenguajes, sino que el CLR también ofrece la posibilidad de acceder a código nativo escrito como funciones sueltas no orientadas a objetos, tales como las DLLs de la API de Win32.

7.1.3 Visual Studio .NET

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en ingles) para sistemas Windows. Soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET, aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones Web, así como servicios Web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET. Así se pueden crear aplicaciones que se intercomunican entre estaciones de trabajo, paginas Web y dispositivos móviles.

La actualización mas importante que recibieron los lenguajes de programación fue la inclusión de tipos genéricos, similares en muchos aspectos a las plantillas de C#. Con esto se consigue encontrar muchos mas errores en la compilación en vez de en tiempo de ejecución, incitando a usar comprobaciones estrictas en áreas donde antes no era posible. C++ tiene una actualización similar con la adición de C++/CLI como sustituto de C# manejado.

Se incluye un diseñador de implantación, que permite que el diseño de la aplicación sea validado antes de su implantación. También se incluye un entorno para publicación Web y pruebas de carga para comprobar el rendimiento de los programas bajo varias condiciones de carga.

Visual Studio también añade soporte de 64-bit. Aunque el entorno de desarrollo sigue siendo una aplicación de 32 bits Visual C++ soporta compilación para x86-64 (AMD64 e Intel 64) e IA-64 (Itanium). El SDK incluye compiladores de 64 bits así como versiones de 64 bits de las librerías.

Visual Studio 2005 tiene varias ediciones radicalmente distintas entre si: Express, Standard, Professional, Tools for Office, y 5 ediciones Visual Studio Team System. Estas ultimas se proporcionaban conjuntamente con suscripciones a MSDN cubriendo los 4 principales roles de la programación: Architects, Software Developers, Testers, y Database Professionals. La funcionalidad combinada de las 4 ediciones Team System se ofrece como la edición Team Suite.

Las ediciones Express se han diseñado para principiantes, aficionados y pequeños negocios, todas disponibles gratuitamente a través de la página de Microsoft. Se incluye una edición independiente para cada lenguaje: Visual Basic, Visual C++, Visual C#, Visual J# para programación .NET en Windows, y Visual Web Developer para la creación de sitios Web ASP.NET. Las ediciones Express carecen de algunas herramientas avanzadas de programación así como de opciones de extensibilidad.

7.2 Estructura de la aplicación

Esta interfaz esta desarrollada para funcionar bajo el sistema operativo Windows Mobile (antes llamado Pocket PC) con la plataforma .NET instalada para dispositivos móviles. La plataforma .NET incorpora un ámbito, concretamente System.windows.Forms, en el que existen múltiples clases cuya finalidad es la de facilitar el desarrollo de aplicaciones Windows. Estas clases pueden ser utilizadas desde cualquier lenguaje .NET (ver Imagen 23).

La aplicación consta de distintas pantallas, donde cada una es un formulario Windows, el cual es un objeto de la clase System.windows.Forms.Form o de una clase derivada de esta. Todas y cada

una de las pantallas son creadas mediante la operación new heredada de Form.

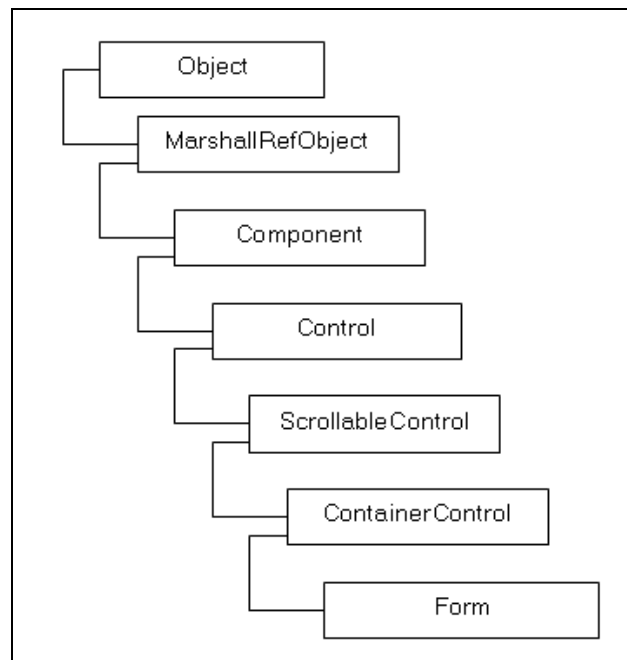


Imagen 23: Herencia clases en Object

7.2.1 Pantalla de carga

Durante la implementación de la interfaz surgió la necesidad de disponer de una clase accesible para todas las pantallas con el fin de poder controlar la carga y gestión de las diferentes pantallas de la interfaz. Para ello se ha implementado el patrón de diseño Singleton (ver Imagen 29) en la clase cargadora de la aplicación donde estará la instancia única de las diferentes pantallas de la interfaz.

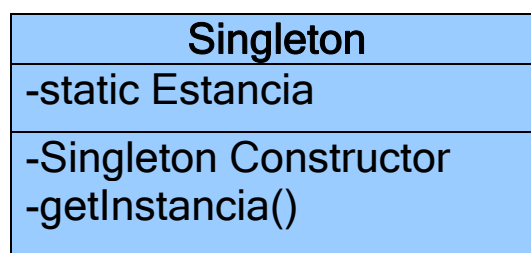


Imagen 29: patrón de diseño Singleton

7.2.2 El conjunto de pantallas

Como se ha comentado anteriormente, todas las pantallas que conforman la interfaz son objetos heredados de la clase que proporciona .NET System.windows.Forms. Todas y cada una de estas pantallas son ficheros del tipo .cs (C Sharp, C#) los cuales contienen el código que creara y gestionara la pantalla. Al estar derivada de System.windows.Forms.Form, cada clase pantalla ya cuenta con una serie de propiedades y características que hacen que se comporte como una ventana típica de Windows. Esta es, precisamente, una de las ventajas de la herencia.

7.2.2.1 Los ficheros .cs

En cada uno de estos ficheros se incluye todo el código que no esta relacionado con el del diseño de la pantalla en cuestión, es decir, en esta parte, se codifica todo lo relacionado con el comportamiento de la pantalla ante las distintas acciones del usuario, estas acciones se denominan eventos.

Un evento es un mensaje de software que indica que algo ha ocurrido, como una entrada por teclado o el clic de un ratón. En realidad, todo lo que hace el programa (cada parte pequeña de código que ejecuta) se corresponde con la respuesta a un evento. Los eventos son tan importantes que están relacionados de manera muy significativa con .NET Framework y C#.

Los eventos son miembros de las clases, al igual que los constructores, campos, métodos y propiedades. La principal tarea de un evento es servir de herramienta de control de procesos. Si se requiere tener un control riguroso sobre un programa, será esencial el uso de eventos que nos permita saber lo que esta haciendo el usuario en tiempo de ejecución o el resultado de las subrutinas del programa.

Existen 2 tipos de eventos básicos: eventos estándar y eventos creados por el usuario:

- Los eventos estándar son los propios del lenguaje y de los componentes que ya están hechos, como los controles. Estos se disparan automáticamente y algunos hasta son manejados de forma automática.
- Los eventos creados por el usuario son eventos que se crean y sitúan en el lugar del programa que el usuario elija. Estos hay que dispararlos manualmente y capturarlos manualmente también desde otra parte del programa.

Para la gestión de las ventanas, la clase Form contiene mas de 30 tipos de eventos predefinidos, sin embargo, los eventos más habituales que están programados y que aparecen en cada fichero .cs de las pantallas son:

- Click: Evento indispensable para la navegación por las pantallas de la interfaz. Estos eventos crean nuevas pantallas y otorgan el control de la interfaz al usuario.
- Load: Necesario para la carga de las distintas imágenes referenciadas en el fichero resources, ver el punto 5.2.1.3.
- Paint: Cada vez que se produzca un cambio de estado y sea necesario un refresco de los datos mostrados por la pantalla se llamará a este evento.
- Tick: Este evento no esta asociado a la clase Form, pero si al control Timer. Es necesario para realizar ciertas operaciones periódicamente, tales como, comprobar el estado de las ventanas abiertas cada cierto tiempo.

El conjunto de ficheros .cs que conforman la aplicación se encuentran en la carpeta raíz y se exponen en la siguiente tabla:

Nombre del fichero	descripción
Alarma.cs	Pantalla de gestión de la alarma
Cargador.cs	Pantalla de carga de la aplicación
CargadorVivienda.cs	Pantalla de carga de la vivienda
Climatizacion.cs	Pantalla de gestión de la climatización
Consumo.cs	Pantalla de gestión del consumo
GestionConfort.cs	Pantalla del menú confort
GestionEnergia.cs	Pantalla del menú energía
GestonSeguridad.cs	Pantalla del menú seguridad
Iluminacion.cs	Pantalla del menú iluminación
MenuPrincipal.cs	Pantalla del menú principal
Persianas.cs	Pantalla de gestión de las persianas
Selector.cs	Pantalla de selección de vivienda
Urgencias.cs	Pantalla de gestión de las urgencias
VentanasAbiertas.cs	Pantalla de gestión de las ventanas abiertas

Tabla 18: Ficheros de la aplicación

9.2.2.2 Los ficheros designer.cs

Existe un fichero del tipo designer por cada .cs que exista en la aplicación. En esta sección se declaran y manejan cada uno de los controles que van a aparecer en la pantalla en cuestión, entendiendo por controles, etiquetas, botones, imágenes, etc.

9.2.2.3 Los recursos

Los recursos son datos que se incluyen con la aplicación pero que se pueden almacenar de forma que pueden modificarse con independencia del resto del código fuente. Por ejemplo, se pueden almacenar todas las cadenas como recursos en lugar de codificarlas directamente en el código fuente. De esta forma, podrá traducir las cadenas a distintos idiomas mas adelante y agregarlas a la carpeta de la aplicación que distribuye a los clientes sin necesidad de volver a compilar el ensamblado. Los cinco tipos de recursos definidos por Visual C# son: cadenas, imágenes, iconos, audio y archivos.

En la implementación de la interfaz de control domótico se han utilizado sobre todo imágenes y archivos. Todos ellos se encuentran instalados en la carpeta \resources y se componen de lo siguiente:

- \texto: Esta carpeta contiene todo los textos con diseño de las pantallas los cuales han sido creados como archivos del tipo .png (Portable Network Graphics).
- \imágenes: aquí se incluyen todas las imágenes que necesita la interfaz en su ejecución como los iconos, planos de la casa, imágenes en 3D, etc.

7.3 Apariencia de la aplicación

En esta sección se describen las herramientas utilizadas para establecer la apariencia de la interfaz de control domótico.

7.3.1 Los planos

Uno de los aspectos mas importantes de la aplicación es que su diseño estuviese lo mas cuidado posible y que el usuario reconociese su hogar dentro de la interfaz para que realmente le resultase familiar. Para ello, se decidió

durante la fase de diseño representar el hogar de cada usuario dentro de la interfaz mediante planos en 2D. Aunque en un principio el modelado de planos pueda parecer una tarea complicada, realmente no lo es tanto si se encuentra el software adecuado.

Para el modelado de la casa se ha utilizado un software gratuito denominado Envisioneer 4.3, este software permite el dibujo de formas vectoriales para representar planos de casas sencillas, locales, garajes...etc. Mediante un complemento instalado a esta aplicación, aparte del dibujo de formas vectoriales, permite el dibujo en 3D obteniendo unos resultados realmente satisfactorios.

7.3.2 Los iconos

Otro aspecto fundamental es el diseño de los iconos con los que trabajará el usuario, estos deben ser lo suficientemente grandes y claros (y por tanto con mucha resolución) para poder diferenciarlos y seleccionarlos sin esfuerzo. Para el diseño de los iconos se ha utilizado una de las ultimas herramientas del mercado como es Adobe® Fireworks® CS4.

Los iconos se encuentran en formato .png (Portable Network Graphics), este formato permite una calidad de imagen aceptable con muy poco espacio en disco.

8 PROTOTIPOS DE ALTO NIVEL

En este apartado se van a presentar los prototipos de alto nivel de la interfaz del sistema de control domótico.

8.1 Prototipo de pantalla de carga para la aplicación

Para la pantalla de carga de la aplicación (ver imagen 30) se ha querido mostrar una imagen relativa a la aplicación y a la vez relajante por lo que se creó la combinación de manos en forma de casa y un cielo azulado. Para informar al usuario del proceso de carga y a la vez abstraerle de él se ha decidido usar una barra de estado e información escrita que dice de la forma más simple posible lo que esta ocurriendo: se esta cargando la aplicación, por lo que debe esperar, y luego le va indicando el porcentaje total cargado. De esta manera el usuario se encuentra informado y relajado mientras la aplicación carga.



Imagen 30: Prototipo alto nivel carga de la aplicación

8.2 Prototipo selector de vivienda

El selector de vivienda (ver Imagen 31) es donde el usuario elige cual de sus hogares desea gestionar identificándolo a través de la dirección postal como se obtuvo en las especificaciones finales (ver sección 6). Para esta pantalla se quiere transmitir nada mas verla que es lo que hay que hacer, por lo que se utiliza un color en el titulo con alto contraste respecto al fondo y se usan mayúsculas y el verbo en imperativo. Esto hace pensar al usuario que tiene que seleccionar una vivienda. La selección de vivienda se puede realizar tanto a través del texto de la dirección postal como del icono de la casa. En este caso no hay más viviendas seleccionables por lo que el botón y texto para elegir otra se encuentran desactivados y con un color que refleja esa inactividad. El botón de ayuda es grande ya que tiene que ser visible y el de cerrar pequeño ya que es una operación que queramos evitar que se seleccione de forma involuntaria.



Imagen 31: Prototipo alto nivel selección de vivienda

8.3 Prototipo de pantalla de carga de datos de la vivienda

La pantalla para la carga de los datos de la vivienda seleccionada (ver Imagen 32) es igual que la pantalla de carga de la aplicación, pero en este caso se le da al usuario la bienvenida a su hogar y se le muestran imágenes en 3D generadas a través del plano de la vivienda.



Imagen 32: Prototipo alto nivel carga de datos de la vivienda

8.4 Prototipo menú principal

El menú principal es la primera pantalla que se va a ver siempre tras seleccionar una vivienda (ver Imagen 33). Los colores grisáceos de fondo se han elegido para dar sensación de pantalla principal respecto al resto de pantallas de gestión de funcionalidades. El icono de ayuda es grande para que sea más visible y el icono de la flecha verde, el cual nos indica ir hacia atrás, es algo más pequeño para este caso ya que sirve para volver al selector de vivienda y por lo tanto no va a ser utilizado con tanta frecuencia como el volver

atrás de las siguientes pantallas. La gestión de energía, confort y seguridad pueden ser accedidas pulsando el texto.



Imagen 33: Prototipo alto nivel menú principal

8.5 Prototipo gestión de confort

Para la gestión de confort se ha creado una pantalla con iconos que reflejan claramente lo que el texto a su derecha tienen asociado (ver Imagen 34): Bombilla amarilla en un entorno azulado a iluminación; Termómetro y temperatura en grados con entorno rojo a climatización; y una persiana con los detalles justos para las persianas. La interacción se llevará a cabo pulsando los iconos o el texto haciendo que la zona táctil y de decisión sea mayor para el usuario. El color de fondo es el mismo para las pantallas de gestión de confort, seguridad y energía, es decir, las pantallas del siguiente nivel al del menú principal.



Imagen 34: Prototipo alto nivel gestión de confort

8.6 Prototipo gestión de la iluminación

Sobre el plano de la vivienda se ha creado cierta redundancia grafica según las especificaciones finales obtenidas (ver sección 6) para que así el usuario distinga más claramente que partes de su vivienda tienen las luces encendidas y cuales no (ver imagen 35). Se puede ver como esto queda reflejado tanto en el icono de la bombilla y su fondo como en la zona de la vivienda a la que esta asociado.



Imagen 35: Prototipo alto nivel gestión de iluminación

8.7 Prototipo gestión de la climatización

Para la gestión de la climatización se ha implementado el prototipo de bajo nivel (ver anexo A) junto con las especificaciones obtenidas (ver apartado 6) usando el mapa de la vivienda que se ha creado y creando iconos que transmiten la información (ver Imagen 36), como el del encendido/apagado del sistema de climatización (se usa falta de color y el símbolo “-“ para hacer ver que el sistema de climatización esta apagado; y uso de verde indicativo y temperaturas en todas las zonas para reflejar que esta funcionando). El ajuste de temperatura se realiza con un botón con indicación “+” en rojo indicativo de más calor y el botón indicativo de “-” en azul que refleja más frío. Cuando se pulsa una zona de la vivienda en el plano, ésta queda claramente señalada con un azul difuminado, que refleja claramente la selección de la zona y no aporta más significados secundarios como podría pasar si fuera rojo (peligro, aviso, etc.). En el panel emergente para modificar la temperatura se muestra el

nombre de la zona, lo que hace redundancia a la indicación sobre el plano pero que es necesario según las especificaciones (ver apartado 6).



Imagen 36: Prototipo alto nivel gestión climatización

8.8 Prototipo gestión de las persianas

En el control de persianas, al haber en alguna zona de la casa más de una zona de persianas, se decidió hacer solo interactivos los iconos de cada diferente zona de persianas (ver Imagen 37). Para evitar problemas en la interacción táctil y a la vez que el indicador del estado de la zona de persianas seleccionada se viera al mismo tiempo que el panel para su gestión, se llevo a cabo una distribución estratégica de los iconos para que fueran indicativos de la zona que gestionaban y a la vez cumplieran los requisitos mencionados anteriormente.



Imagen 37: Prototipo alto nivel gestión persianas

8.9 Prototipo gestión de la energía

La pantalla de gestión de energía posee el mismo formato que la de gestión de confort ya que se encuentra en el nivel siguiente al menú principal igualmente (ver Imagen 38). Los iconos se han creado lo más asociativos posibles a la interacción que tienen asociada para así facilitar su uso.



Imagen 38: Prototipo alto nivel gestión energía

8.10 Prototipo gestión del consumo eléctrico

El consumo actual de la vivienda se muestra en un formato simple e informativo (ver Imagen 39), ya que el único objetivo que tiene es el de informar cuantos watios destinados a luz y cuantos destinados al resto de electricidad (lavadora, vitrocerámica, frigorífico, calefacción, aire acondicionado, etc.) se están consumiendo en el instante en el que se consulta.



Imagen 39: Prototipo alto nivel gestión consumo eléctrico

8.11 Prototipo gestión de las ventanas abiertas

Para mostrar las ventanas abiertas (ver Imagen 40) se han creado un icono nítido de una ventana cerrada con un tic verde que refleja claramente que la situación esta bien, es decir, que la ventana esta cerrada y otro icono oscurecido de una ventana abierta con reborde rojo que refleja claramente que hay algún problema, es decir, que esa ventana de la vivienda se ha dejado abierta.



Imagen 40: Prototipo alto nivel gestión ventanas abiertas

8.12 Prototipo gestión de la seguridad

Al igual que la pantalla de gestión de energía esta pantalla posee el mismo formato que la de gestión de confort ya que se encuentra en el nivel siguiente al menú principal igualmente (ver Imagen 41). Los iconos se han creado lo más asociativos posibles a la interacción que tienen asociada. El icono de urgencias y su texto asociado están en mayúsculas y en tamaño más grande para que sea lo primero que le impacte al usuario, y si lo que busca es llamar a los servicios de emergencia lo hará de forma instantánea.



Imagen 41: Prototipo alto nivel gestión seguridad

8.13 Prototipo gestión de los servicios de emergencia

Para cuando se esta realizando la llamada a los servicios de emergencia se ha implementado el prototipo de bajo nivel que sea creó (ver Anexo A) y se decidió usar un fondo azulado que tranquilice al usuario mientras el sistema se encarga de ponerse en contacto con los servicios de urgencias (ver Imagen 42). A la vez se informa con un gran texto de si se esta llamando o ya se a establecido la llamada. Se usa también una barra de estado indicativa de que

se está llamando, en primer lugar para que el usuario vea movimiento en la interfaz y le de la sensación de que el proceso de establecer la llamada se esta llevando a cabo.



Imagen 42: Prototipo alto nivel gestión emergencias

8.14 Prototipo gestión de la alarma

En la gestión de la alarma el título principal y la imagen central es lo que mas ocupa en la pantalla (ver Imagen 43), ya que es lo que más le importa saber al usuario. Con ello se hace referencia a qué es lo que esta viendo (estado de la alarma), y en que situación se encuentra. Para el cambio de estado como se pensó en los prototipos de bajo nivel (ver Anexo A) se ha creado al final una barra con la interacción para cambiar el estado usando un fondo diferente para diferenciarlo de lo demás y utilizando un icono y texto sencillo fácil de asociar al cambio de estado.



Imagen 43: Prototipo alto nivel gestión alarma

8.15 Prototipo pantalla emergente ayuda

Se ha implementado tal cual el prototipo de bajo nivel (anexo A) de pantalla de ayuda usando las especificaciones finales (ver apartado 6). Se ha usado un tono azulado (ver Imagen 44) de fondo característico de paneles informativos y una redacción del texto de ayuda breve y concisa.

Toque en los iconos para gestionar la Iluminación, Climatización o las Persianas de su hogar. También puede volver al Menu Principal tocando el icono de la flecha verde.



Imagen 44: Prototipo alto nivel pantalla emergente ayuda

8.16 Prototipo pantalla emergente dispositivo sin cobertura

Para la pantalla emergente de falta de cobertura se ha implementado tal cual el prototipo de bajo nivel (anexo A) usando las especificaciones finales (ver apartado 6). Se ha usado un tono azulado (ver Imagen 45) de fondo característico de paneles informativos y una redacción del texto informativo breve y concisa. Se ha creado una imagen de fácil asociación a la falta de cobertura.

NO HAY COBERTURA



Cuando haya cobertura desaparecerá ésta pantalla y podrá seguir gestionando sus hogares

Imagen 45: Prototipo alto nivel pantalla sin cobertura

9 EVALUACIÓN

Realizar una evaluación del producto es altamente recomendado ya que se comprueba si los usuarios pueden utilizar el producto para realizar las tareas para las que fue concebido.

El objetivo de esta evaluación es establecer si el sistema cumple con las necesidades del usuario y si éste está satisfecho con el rendimiento del mismo. Además, la información recogida puede ser útil para futuros desarrollos y mejoras en el producto.

9.1 Definición del objetivo

Para empezar, hay que definir un objetivo claro, preciso y cuantificable, que debe cumplirse sin dejar ningún lugar a dudas: disminuir en la medida de lo posible o eliminar los errores en la aplicación.

Otro objetivo genérico que se ha definido ha sido el analizar la utilidad del sistema de manera que éste proporcione todos los medios a su alcance para subsanar las posibles deficiencias que puedan producirse.

El objetivo específico será que las siguientes tareas sean completadas con éxito:

1. Encender la luz del dormitorio y apagar la del salón
2. Encender la climatización, ajustar a 25 grados el baño y la cocina a 18.
3. Subir la persiana por completo del dormitorio, subir a medio la del pasillo y cerrar la del baño.
4. Ver el consumo energético de la vivienda

5. Ver si se esta gastando energía de más debido a alguna ventana que se ha dejado abierta
6. Llamar a los servicios de emergencia
7. Activar la alarma
8. Desactivar la climatización

Pese a que, es posible que en el mercado ya se disponga de alguna aplicación similar, no se ha realizado ninguna comparación y la evaluación se va a centrar en el producto creado, ya que lo importante es que funcione correctamente y cumpla sus funciones, y no que sencillamente produzca menos errores que otra aplicación.

9.2 Selección de la técnica

Se va a realizar una evaluación final para comprobar si la aplicación funciona correctamente y cumple sus funciones. Para evaluar el programa, se van a utilizar diversas técnicas de observación, así como técnicas de recogida de opinión.

La evaluación consistirá en una simulación, en la que personas mayores utilizarán la aplicación para realizar operaciones que se les solicite. De esta manera podremos recabar información y comprobar si los objetivos antes planteados se cumplen.

9.3 Preparación de la evaluación

Para realizar la evaluación se seleccionaron 10 personas mayores de 60 años que comprobaron la funcionalidad de la aplicación. Todas las personas que se han presentado para la evaluación lo han hecho de forma voluntaria y

son potenciales usuarios de la aplicación, que han demostrado tener espíritu crítico y que son conscientes de que se está evaluando el sistema y no a ellos. Previamente a la evaluación se les explico lo que tenían que hacer y se les dio una copia del mapa de su supuesta casa, la cual iban a gestionar. En dicho mapa se les especificó cual era cada parte ya que al no ser su vivienda no lo pueden ubicar todo en pocos segundos si no se les explica. En la simulación se les incluyó durante unos pocos segundos una pérdida de conexión.

Los datos que hemos decidido recoger se dividen en dos tipos:

- Datos cuantitativos
- Datos cualitativos

Los mecanismos de registro consistirán en un cuestionario, con una serie de preguntas cerradas sobre la aplicación, y una pregunta abierta en las que la gente podrá comentar sus impresiones acerca de esta experiencia, así como lo que les ha gustado, lo que no, etc.

Tras realizar concienzudamente esta preparación, vamos a proceder a la realización de la evaluación.

9.4 Realización de la evaluación

La evaluación la ha llevado a cabo el ingeniero con las personas seleccionadas usando un emulador del sistema operativo Windows Pocket PC con capacidad para ejecutar la aplicación que se ha desarrollado interactuando con la pantalla como si fuera táctil, pero siendo esta interacción ejecutada por el ingeniero en segundo plano.

Tras realizar la evaluación se pasó un cuestionario a las personas mayores evaluadoras para obtener las diferentes opiniones sobre los aspectos de la interfaz.

El cuestionario que se ha realizado es el siguiente:

CUESTIONARIO

Impresiones acerca de la evaluación del programa de control domótico de una vivienda unifamiliar tras la sesión de evaluación.

Marque del 1 al 5 las siguientes cuestiones según le hayan parecido (1 = muy deficiente, 5 = muy bien) y responda libremente la pregunta del final.

Ejemplo de respuesta a una cuestión que le ha parecido muy bien:

1	2	3	4	5
				X

Cuestiones a evaluar

1. Aspecto de la interfaz



1	2	3	4	5

2. Pocos pasos para realizar gestiones



1	2	3	4	5

3. Información de ayuda (si utilizada)



1	2	3	4	5

4. Alerta de falta de cobertura



1	2	3	4	5

5. Facilidad de uso de:

1. La gestión de la iluminación



1	2	3	4	5

2. La gestión de la climatización



1	2	3	4	5

3. La gestión de las persianas



1	2	3	4	5

4. La gestión del consumo



1	2	3	4	5

5. La gestión de las ventanas abiertas →

1	2	3	4	5

6. La gestión de las emergencias



1	2	3	4	5

7. La gestión de la alarma



1	2	3	4	5

¿Cómo ha su experiencia con el sistema?

Gracias por prestarse a realizar voluntariamente esta evaluación.

9.5 Análisis de los resultados

Una vez recogidas las respuestas se procedió a analizar los resultados obtenidos. El análisis se ha realizado en tres partes: datos de los mecanismos de registro, preguntas cerradas del cuestionario y los comentarios acerca de la experiencia.

9.5.1 Datos de los mecanismos de registro

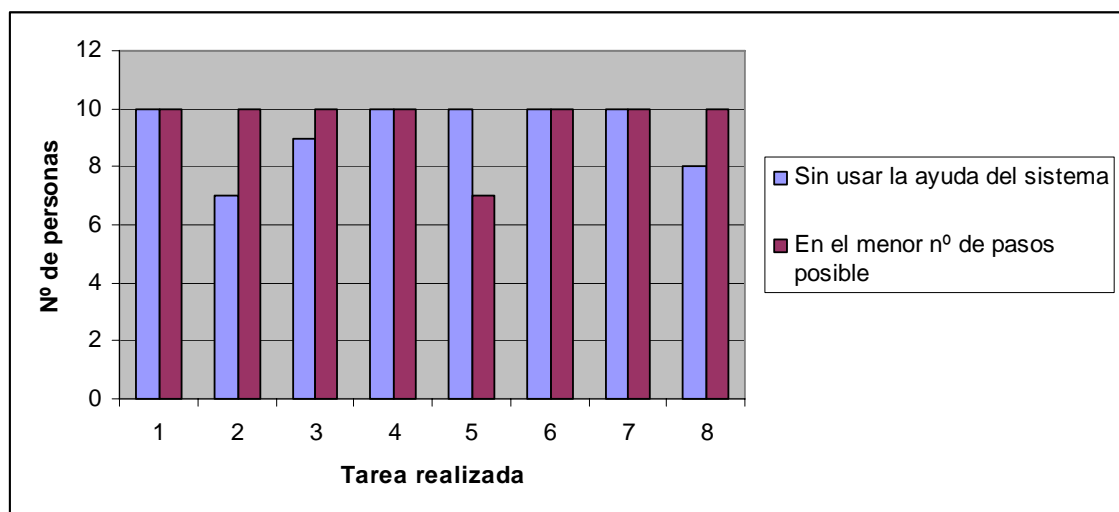


Imagen 46: Datos mecanismos de registro

El grafico (ver Imagen 46) nos demuestra que las personas mayores entrevistadas han sido capaces en su mayoría de realizar las tareas que se les han encomendado (ver sección 9.1) en el número mínimo de pasos para realizarlas y sin prácticamente usar la ayuda extra que ofrece la aplicación en cada momento.

Datos específicos a analizar son:

- En la tarea número 2, hay varias personas que necesitan de la ayuda del sistema ya que no tienen asociada en su memoria el símbolo de encendido y apagado de dispositivos que es el usado para la climatización.
- En la tarea numero 5 algunas personas buscan la gestión de ventanas primero en gestión de confort, pero la mayoría en la gestión de energía. Aquí se plantea la duda de si la gestión de ventanas abiertas estaría mejor situada en confort o en energía. Analizando el significado de gestión de las ventanas abiertas que se quiere ofrecer: Ver si se está gastando más energía de la necesaria para la climatización del hogar debido a alguna ventana abierta se decide como solución de compromiso dejar esta funcionalidad en el apartado de energía.
- En la tarea nº 8 se observa que una de las personas que pidieron ayuda para ver como encender la climatización en la tarea nº 2 ahora no la pide ya que ya asocia el símbolo a apagado y encendido, lo que resulta ser un resultado muy positivo sobre el fácil aprendizaje en personas que tienen más dificultad de memorización.

9.5.2 Resultados de los cuestionarios

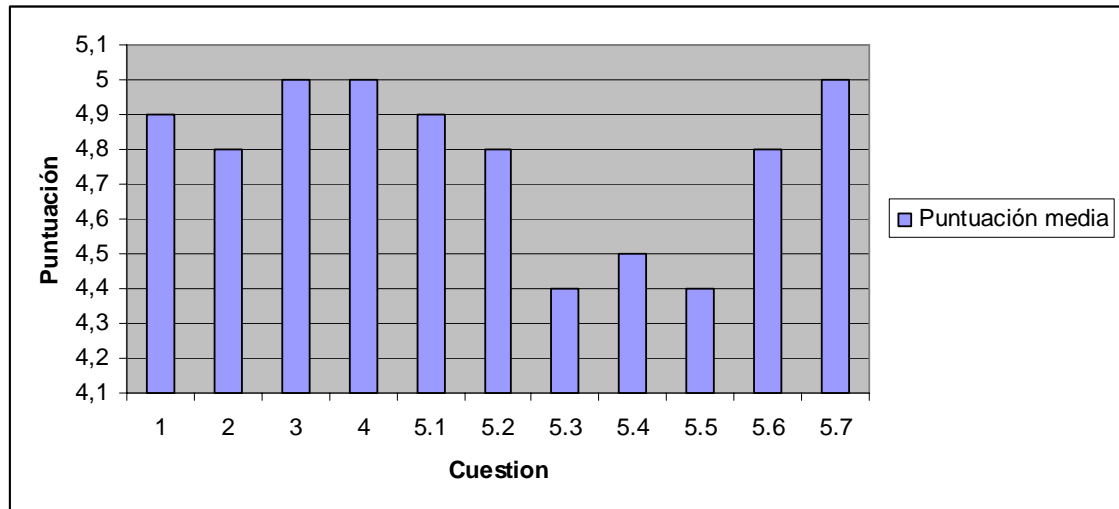


Imagen 47: Resultados cuestionarios

Se observa (ver Imagen 47) que la media de todas las respuestas al cuestionario (ver sección 9.4) está entre el 4 y el máximo que es 5, lo que supone que las personas mayores están satisfechas con la interfaz orientada a ellos.

9.6 Comentarios acerca de la experiencia

La mayoría de las personas mayores encuestadas han admitido haberse sentido muy cómodos al usar una interfaz de este tipo ya que sienten que la tecnología les ayuda y ellos son capaces de utilizarla fácilmente. También muchos de ellos al comentarles que el dispositivo que veían en la pantalla y con el que interactuaban iba a tener ese tamaño y era portátil comentaron que es la solución ideal para tener todo al alcance y muy útil para olvidos comunes como dejar alguna luz encendida.

Sobre los aspectos técnicos de la interfaz han comentado que es una interfaz intuitiva y de fácil manejo.

En general todas las personas mayores han salido satisfechas de la experiencia y piensan que sería una buena idea disponer de un sistema domótico en sus hogares y gestionarlos a través de este sistema.

10 CONCLUSIONES

Las expectativas de una mejor calidad de vida a partir de los 60 años, así como el interés por reducir el nivel de dependencia que tienen las personas a partir de esta edad hace que proyectos como éste ayude a este sector a tener una mejor calidad de vida y de forma indirecta a su entorno.

El desarrollo de aplicaciones que tengan en cuenta a las personas con necesidades especiales como ancianos o discapacitados, podría resultar un producto muy útil y un espacio donde los discapacitados se sintieran más capacitados.

Las nuevas tecnologías pueden jugar un papel muy importante en la calidad de vida de las personas mayores que deseen seguir viviendo de forma autónoma y que puedan ser asistidas por la tecnología en su vida cotidiana mejorando su bienestar y confort.

10.1 Resumen de resultados

A continuación un breve resumen de los aspectos más relevantes que se han visto en este documento:

1. Durante la elaboración, se ha realizado un estudio general del estado de la domótica en España para ver que productos existen en el mercado, cuales son sus funcionalidades más comunes y que deficiencias presentan sus interfaces.
2. Se han estudiado los problemas más frecuentes que existen asociados a la edad y como estos suponen un gran impedimento a la hora de interactuar con un ordenador.
3. Se ha realizado el análisis de los requisitos que debería cumplir la interfaz de control domótico de un hogar en base las necesidades de las personas mayores.

4. Partiendo de la lista de requisitos, se han diseñado las pantallas y la estructura de la interfaz así como el modo de interacción mediante diagramas de casos de uso.
5. Se desarrolla una interfaz implementada bajo el lenguaje C# y la plataforma .NET siguiendo los requisitos y los diseños obtenidos en los procesos anteriores.

10.2 Consideraciones personales para un futuro: Ampliaciones

A continuación se presentan las posibles ampliaciones que propongo para futuros proyectos.

10.2.1 Nuevas funcionalidades

Se podrían añadir nuevas funciones a la interfaz como:

1. Lectura remota de contadores: Esta funcionalidad seria una extensión dentro de la actual gestión de energía, donde se permitiría al usuario comprobar los contadores tanto de agua como de luz para poder realizar un seguimiento más exhaustivo del consumo.
2. Sistema detector de presencia: Este sistema podría ir incluido en la gestión de la seguridad. Consiste en un sistema de detector de presencia que mostraría un registro al usuario de los eventos encontrados en la casa y si es necesario se activaría algún tipo de alarma.
3. Gestión del riego automático: Mediante este sistema se pretende poder controlar el riego para así minimizar el consumo de agua.

La interfaz admite múltiples mejoras, pero hay que tener siempre en cuenta que debe primar la sencillez, lo que puede limitar en cierta medida la funcionalidad.

10.2.2 Ampliación para acceso a discapacitados

En este primer desarrollo, se han tenido en cuenta las principales deficiencias asociadas a las personas mayores para poder adaptar la interfaz lo máximo posible, sin embargo, los posibles carencias que se han contemplado no dejan de ser de carácter leve y aun queda mucho camino por recorrer en este campo.

Se propone para el futuro incluir un acceso especial para las personas ciegas donde mediante sonidos, la interfaz fuera guiando al usuario para realizar las distintas tareas.

10.3 Valoración personal

Estoy muy satisfecho con los resultados y creo que se trata de un proyecto bastante completo ya que para su elaboración he tenido que abordar tanto tareas de investigación para la parte de domótica y de las personas mayores, como las distintas actividades del desarrollo de software a la hora de desarrollar la interfaz de control domótico.

Durante todo el proceso, he ido adquiriendo nuevos y valiosos conocimientos tales como el manejo de software de imágenes para el desarrollo de los iconos de la aplicación, he usado el inglés al tener que acudir a textos extranjeros para aprender los fundamentos de la interacción persona-ordenador y he aprendido a programar en un lenguaje de programación como C#, que me servirá de ayuda en mi etapa profesional.

11 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Asociación Española de Domótica
[en línea] Disponible en World Wide Web.
<http://www.cedom.es>
[Consulta: 30 de Septiembre del 2008]
- [2] Asociación de Inmótica y Domótica Avanzada.
[en línea] Disponible en World Wide Web.
<http://www.e-aida.net>
[Consulta: 1 de Octubre del 2008]
- [3] Jornadas Nacionales sobre la Domótica.
[en línea] Disponible en World Wide Web.
<http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/noticias/domotica.htm>
[Consulta: 7 de Octubre del 2008]
- [4] Informe Mercahome
[en línea] Disponible en World Wide Web.
http://www.casadomo.com/pdf/MercaHome_Informe_B2.pdf
[Consulta: 27 de Octubre del 2008]
- [5] Estudio sobre el uso de las tecnologías de la información y comunicación en los hogares. Instituto Nacional de Estadística.
[en línea] Disponible en World Wide Web.
<http://www.ine.es/prensa/np451.pdf>
[Consulta: 29 de Octubre del 2008]
- [6] Human-Computer Interaction. Reasmussen, Jens.
ed.Addison-Wesley, 1994. 775 p .ISBN: 0201627698
[Consulta: 5 de Noviembre del 2008]

- [7] Dr. Mitsuo Nagamachi. Fundador de Kansei Engineering.
[en línea] Disponible en World Wide Web.
<http://www.icpqr2008.org/programme/Biography-Nagamachi.pdf>
[Consulta: 7 de Noviembre del 2008]
- [8] Human-Computer Interaction. Jenny Preece.
Ed. Addison-Wesley, 1994. ISBN: 0201627698
[Consulta: 10 de Noviembre del 2008]
- [9] Household appliances control device for the elderly. Fausto Sainz Salces
England D., Vickers P. (2003). Proceedings of ICAD'03, Boston
University. Publications. Boston, USA at ICAD'03 Boston University, USA,
Boston.
[Consulta: 14 de Noviembre del 2008]
- [10] Ambient intelligence in everyday life. Cai, Yang.
Ed. Springer, 2006. ISBN: 9783540377856
Cap: Ambient interfaces for Eldery People at Home, Fausto J.Sainz,
Michael Baskett.
[Consulta: 18 de Noviembre del 2008]
- [11] Principales problemas de la Tercera Edad. Enfermería geriátrica.
[en línea] Disponible en World Wide Web.
<http://www.tuenfermeria.net/index.php?name=Downloads&req=getit&lid=63>
[Consulta: 20 de Noviembre de 2008]
- [12] Barómetro de consumo 2007.
[en línea] Disponible en World Wide Web.
<http://barometro.fundacioneroski.es/2007/equipamiento-en-productos-de-tecnologia-mas-recientes>
[Consulta: 25 de Noviembre de 2008]

[13] Jacob Nielsen, *Digital Divide: The three stages*. 20 de Noviembre de 2006. [en línea] Disponible en World Wide Web.

<http://www.useit.com/alertbox/digital-divide.html> ISSN 1548-5552

[Consulta: 27 de Noviembre de 2008]

[14] Aislamiento de las personas mayores. Instituto Nacional de Estadística.

[en línea] Disponible en World Wide Web.

<http://www.ine.es/prensa/np524.pdf>

[Consulta: 2 de Diciembre de 2008]

12 ANEXO A: PROTOTIPOS DE BAJO NIVEL

En este anexo se ubican los prototipos de bajo nivel que se realizaron durante la fase de diseño.

12.1 Prototipo selector de vivienda

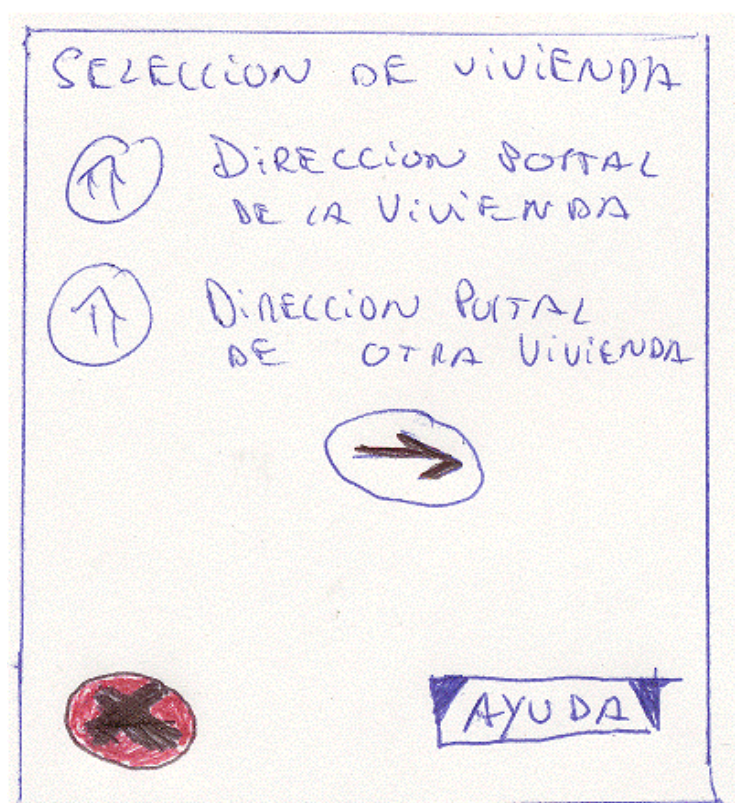


Imagen 48: Prototipo bajo nivel pantalla selector de vivienda

12.2 Prototipo menú principal

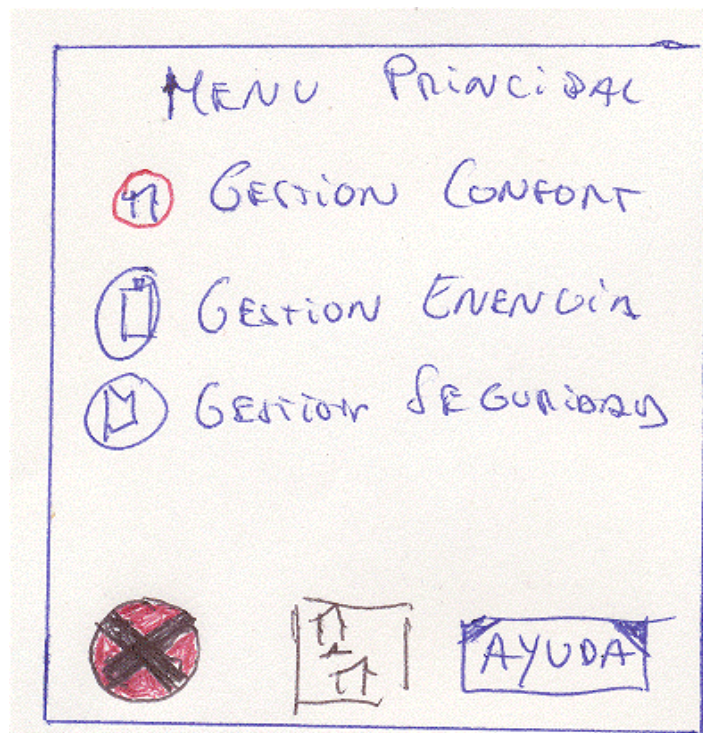


Imagen 49: Prototipo bajo nivel pantalla menú principal

12.3 Prototipo gestión de confort

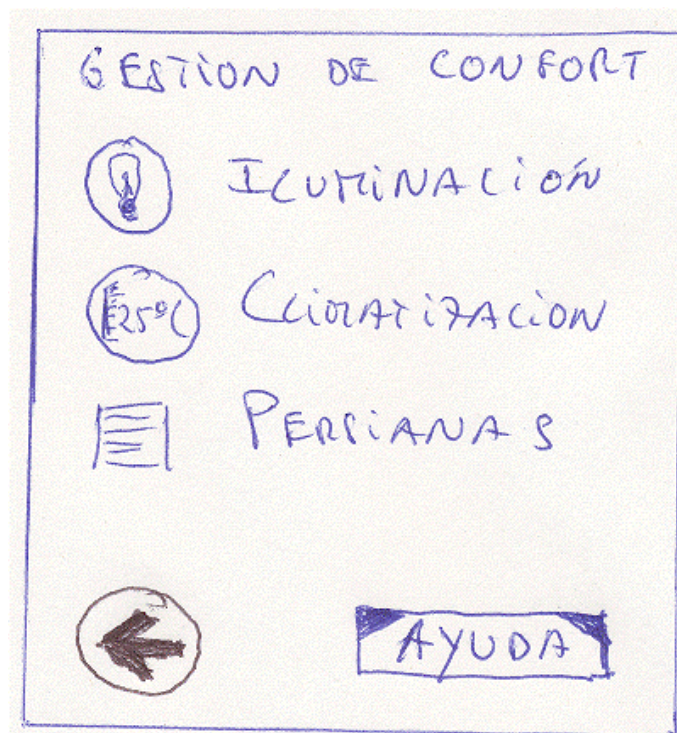


Imagen 50: Prototipo bajo nivel gestión de confort

12.4 Prototipo gestión de la iluminación



Imagen 51: Prototipo bajo nivel gestión iluminación

12.5 Prototipo gestión de la climatización

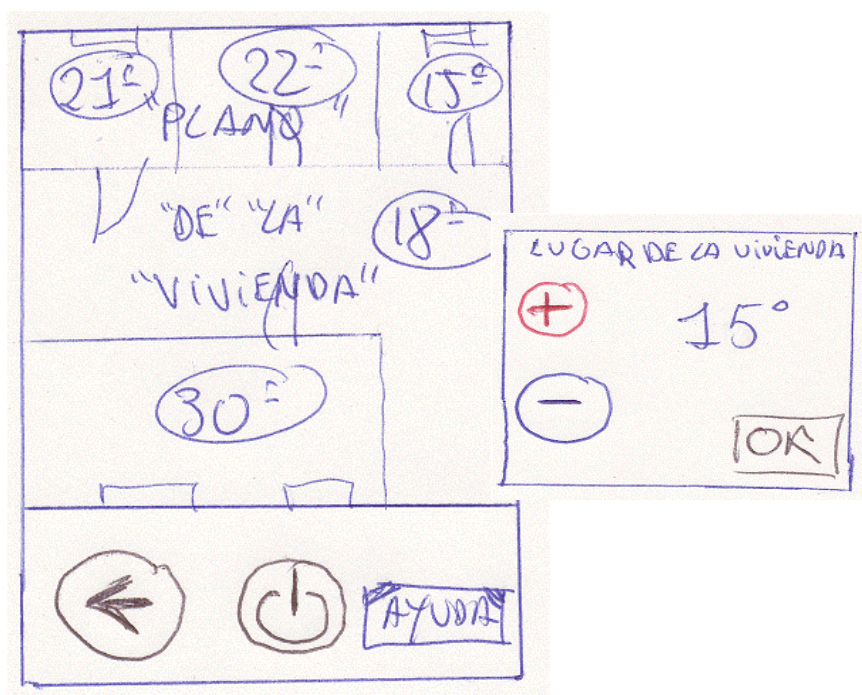


Imagen 52: Prototipo bajo nivel gestión climatización

12.6 Prototipo gestión de las persianas



Imagen 53: Prototipo bajo nivel gestión persianas

12.7 Prototipo gestión de la energía

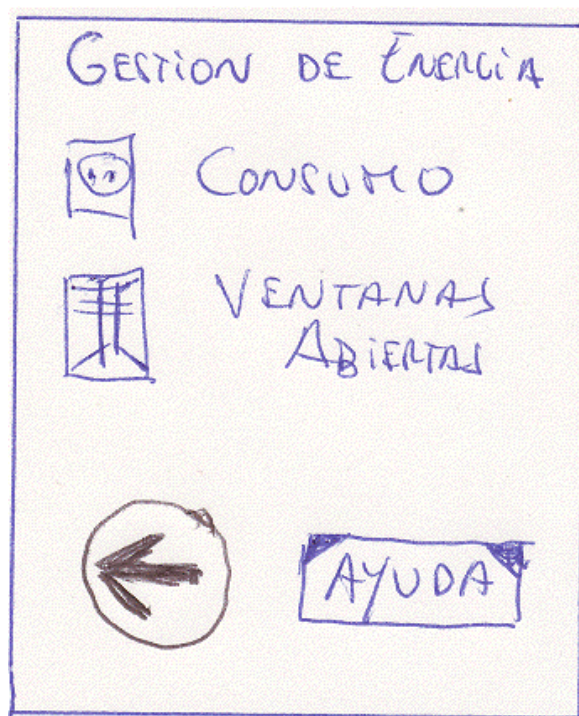


Imagen 54: Prototipo bajo nivel gestión energía

12.8 Prototipo gestión del consumo eléctrico

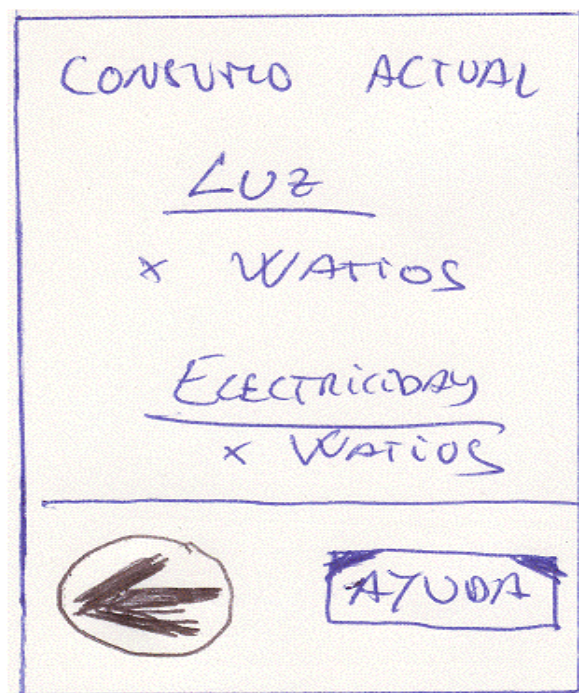


Imagen 55: Prototipo bajo nivel gestión consumo eléctrico

12.9 Prototipo gestión de las ventanas abiertas

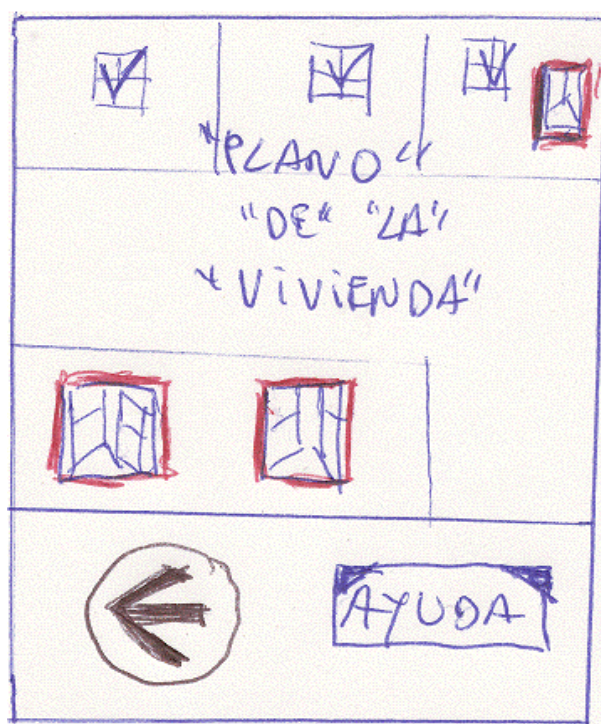


Imagen 56: Prototipo bajo nivel gestión ventanas abiertas

12.10 Prototipo gestión de la seguridad

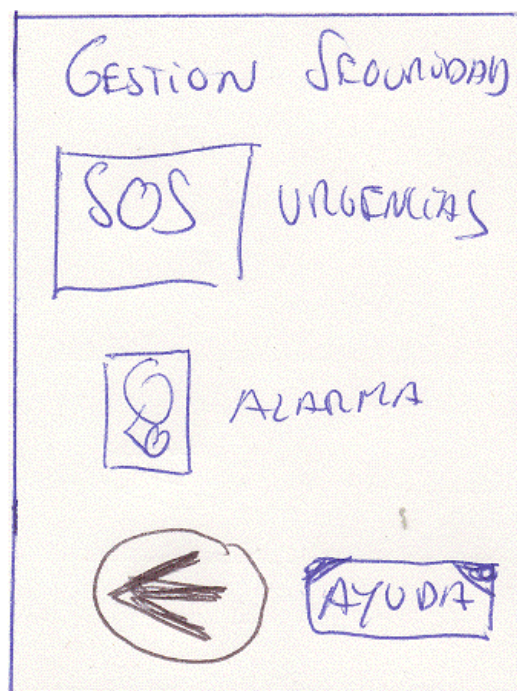


Imagen 57: Prototipo bajo nivel gestión de la seguridad

12.11 Prototipo gestión de los servicios de emergencia

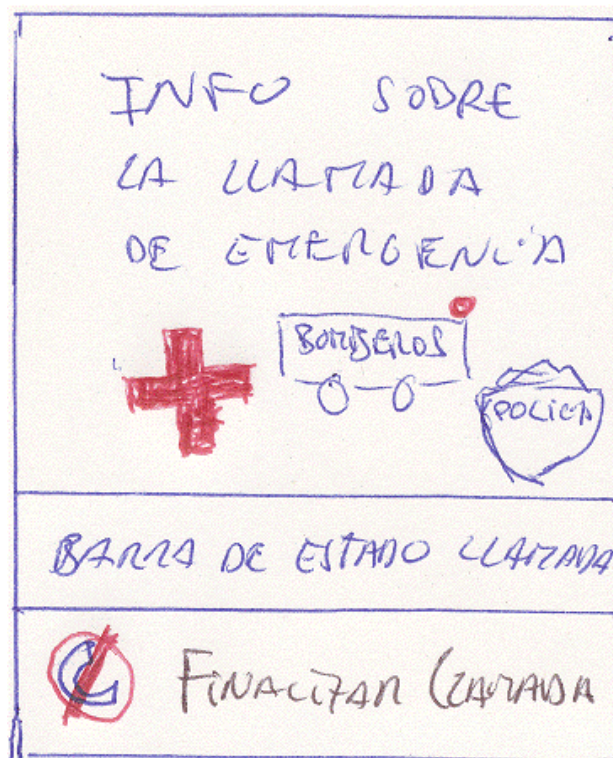


Imagen 58: Prototipo bajo nivel gestión emergencias

12.12 Prototipo gestión de la alarma

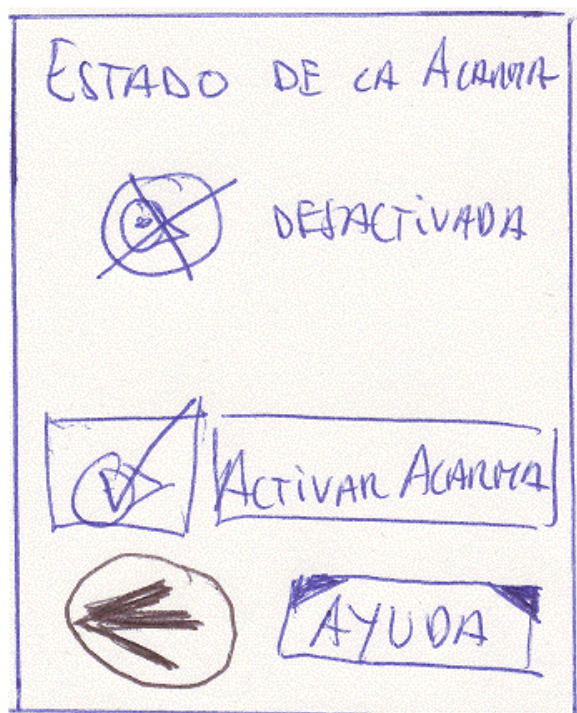


Imagen 59: Prototipo bajo nivel gestión de la alarma

12.13 Prototipo pantalla emergente ayuda

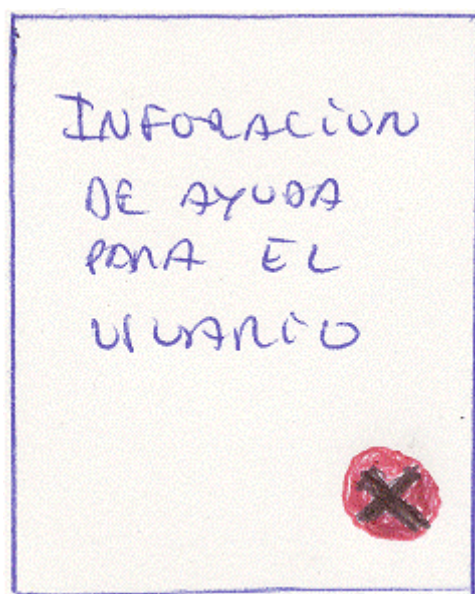


Imagen 60: Prototipo bajo nivel pantalla emergente de ayuda

12.14 Prototipo pantalla emergente dispositivo sin cobertura

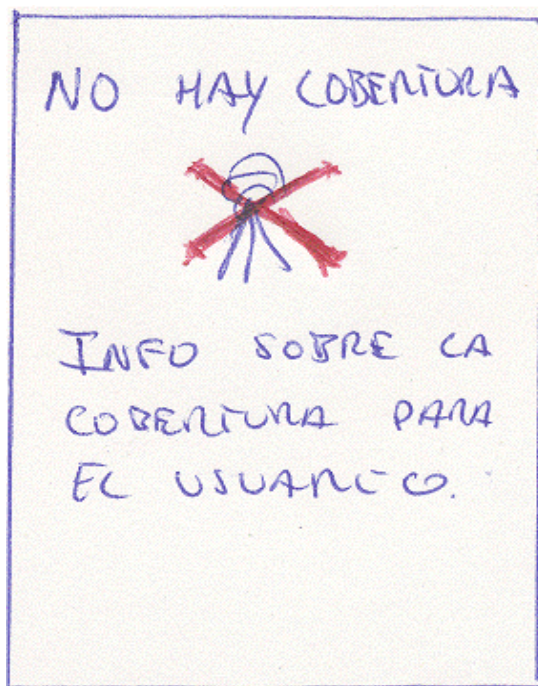


Imagen 61: Prototipo bajo nivel pantalla emergente cobertura